DOI: 10.69085/afp20265100

STEM ОБУЧЕНИЕТО В НАЧАЛЕН ЕТАП КАТО ИНТЕГРИРАНА ОБРАЗОВАТЕЛНА СРЕДА

Вера Шопова
shopova.v@uni-plovdiv.bg

Вилислав Радев
vradev@uni-plovdiv.bg

Резюме: *Статията изследва STEM обучението в начален етап като интегрирана образователна среда, в която учебното съдържание, практическата дейност, дигиталните платформи, изкуственият интелект и рефлексията функционират в общ дидактически модел. Целта е да се обоснове методологическа рамка за планиране, реализиране и оценяване на STEM дейности, ориентирани към активност, сътрудничество и практическо приложение на знанията. Използван е теоретико-приложен подход, съчетаващ анализ на педагогически сценарии, шестстъпков модел за педагогически дизайн, казуси от практиката и анкетна обратна връзка от шест квалификационни обучения с 281 обработени анкетни листа. Емпиричните данни се интерпретират чрез показатели за съдържание, методическо водене, организация на средата и приложимост на задачите. Анкетната обратна връзка очертава преобладаващо положителна оценка към практико-приложния формат: 81,3% от валидните отговори по петте целеви индикатора са положителни. Изводът е, че STEM обучението в начален етап има потенциал за по-висока педагогическа ефективност, когато се реализира като интегрирана образователна среда, в която съдържанието, практическата дейност, технологиите, сътрудничеството и рефлексията са подчинени на обща дидактическа цел.*

Ключови думи: *STEM обучение, начален етап, педагогически дизайн, изкуствен интелект, дигитални платформи*

STEM EDUCATION IN PRIMARY SCHOOL AS AN INTEGRATED EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Vera Shopova
shopova.v@uni-plovdiv.bg

Vilislav Radev
vradev@uni-plovdiv.bg

Abstract: *The article examines STEM education in primary school as an integrated educational environment in which curriculum content, hands-on activity, digital platforms, artificial intelligence, and reflection operate within a common didactic model. The aim is to justify a methodological framework for planning, implementing and evaluating STEM activities oriented toward engagement, collaboration and practical application of knowledge. The study applies a theoretical-applied approach combining analysis of pedagogical scenarios, a six-step pedagogical design model, practice-based cases and questionnaire feedback from six teacher qualification courses with 281 processed questionnaires. The empirical data are interpreted through indicators related to content quality, methodological guidance, organization of the learning environment, and applicability of practical tasks. The questionnaire feedback outlines a predominantly positive perception of the practice-oriented format: 81.3% of valid responses across the five target indicators are positive. The conclusion is that STEM education in primary school has the potential for higher pedagogical effectiveness when it is implemented as an integrated educational environment in which content, hands-on activity, technologies, collaboration, and reflection are subordinated to a common didactic aim.*

Keywords: *STEM education, primary education, pedagogical design, artificial intelligence, digital platforms*

1. Увод

Съвременното начално образование се развива в условия на ускорена технологична промяна, засилена потребност от функционална грамотност и очакване училището да подготвя учениците за решаване на практически проблеми. Традиционният урок, ориен-

тиран предимно към възпроизвеждане на готова информация, все по-трудно отговаря на необходимостта учениците да наблюдават, експериментират, изграждат обяснения, създават продукт и аргументират собствено решение. В този контекст STEM обучението се утвърждава като подход, който свързва знанието с действие и с реални ситуации от ученическия опит.

Педагогическата стойност на STEM подхода е особено видима в началния етап, защото съответства на естествения начин, по който децата опознават света: чрез сетивно наблюдение, игра, проба, грешка, поправка и видим резултат. Затова STEM урокът не трябва да се разбира като механично добавяне на техника към традиционен час. Той представлява промяна в организацията на ученето: от изолирани знания към интегрирани действия, от еднопосочно преподаване към съвместно изследване, от изпълнение по образец към конструиране, тестване и рефлексия.

Навлизането на дигитални платформи и генеративни системи с изкуствен интелект (ИИ) разширява възможностите на STEM обучението, но поставя и нови методологически въпроси. Технологията може да визуализира, да структурира, да предлага варианти, да улеснява обратната връзка и да подпомага диференциацията. Същевременно тя не е педагогическа цел сама по себе си. Нейната стойност зависи от ясния учебен проблем, от професионалната преценка на учителя, от подходящата среда и от критичната проверка на информацията.

Целта на статията е да се обоснове теоретико-методологическа рамка за прилагане и изследване на STEM обучения в начален етап чрез връзката между педагогически дизайн, STEM среда, дигитални платформи, контролирано използване на ИИ и инструментариум за оценяване на възприетата ефективност.

2. Теоретична рамка: STEM обучението като интегрирана образователна среда

STEM обучението не представлява механичен сбор от природни науки, технологии, инженерство и математика. Неговата дидактическа специфика се проявява в интеграцията между тези области около реален или реалистично моделиран проблем, който изисква наблюдение, проучване, планиране, конструиране, тестване, представяне и подобряване. В този смисъл STEM е модел за организиране на ученето, а не само тематично обединяване на учебни предмети.

В основата на STEM подхода стои разбирането за активно и компетентностно ориентирано учене. Учебният проект създава условия за практическо прилагане на знанията и за развитие на ключови компетентности, когато задачата изисква от ученика да вземе решение, да провери предположение и да обясни резултат. В този контекст дигиталната компетентност на бъдещите начални учители има пряко значение за качеството на STEM обучението, тъй като учителят трябва не само да използва дигитални ресурси, но и да ги подбира, адаптира и интегрира в педагогически смислена учебна дейност (Ангелова, Николова, 2024, с. 383). Дигиталната компетентност не се свежда до работа с устройство, а включва избор на ресурс, критична оценка на информацията, създаване на съдържание и отговорно поведение в дигитална среда (Redecker, 2017).

За началния етап е важно STEM задачите да са конкретни, визуално подкрепени, кратко структурирани и свързани с продукт, който учениците могат да създадат, покажат и обяснят. Сложните научни понятия следва да се превеждат през наблюдение, модел, макет, карта, експеримент, игра или дигитална симулация. Така научното съдържание се превръща в преживяно и приложено знание.

Понятието „интегрирана образователна среда“ е приложимо към STEM обучението, защото ефективността не се поражда от отделен инструмент, а от взаимодействието между среда, методика, роли, материали, време, дигитална подкрепа и рефлексия. STEM кабинетът, платформата или ИИ инструментът имат педагогически смисъл само ако са включени в последователен учебен сценарий.

3. Методология на изследването

Изследването има теоретико-приложен характер. То съчетава анализ на научна литература, педагогическо моделиране на STEM урок, анализ на авторски практики и вторичен статистически анализ на анкетна обратна връзка от квалификационни обучения на педагогически специалисти.

Обект на изследването е учебно-възпитателният процес в начален етап, реализиран чрез STEM подход. Предмет на изследването са педагогическият дизайн, STEM средата, приложението на дигитални платформи и контролираното използване на ИИ като фактори за активност, мотивация, диференциация и практическо приложение на знанията.

Работната хипотеза допуска, че когато STEM урокът е проектиран чрез реален проблем, екипна организация, практическа дейност, краен продукт и рефлексия, се създават по-добри условия за ангажираност и устойчиво разбиране на учебното съдържание. Допълнително се допуска, че дигиталните платформи и ИИ подпомагат този процес само когато са подчинени на ясна дидактическа цел и на педагогическа проверка.

Изследователските задачи са: 1) да се изведат теоретичните основания на STEM обучението като интегративен и компетентностно ориентиран подход; 2) да се формулират методически условия за планиране на STEM урок; 3) да се анализира анкетна обратна връзка от учители за практическата приложимост на обучения, свързани със STEM и ИИ; 4) да се предложат индикатори за оценяване на възприетата ефективност; 5) да се очертаят ограниченията при интерпретация на резултатите.

Емпиричната база включва шест квалификационни обучения, проведени от авторите на статията, по темата „STEM и ИИ в класната стая“ с общо 312 обучаеми и 281 обработени анкетни листа. Обученията са реализирани в различни институционални и регионални контексти, което позволява да се проследи възприетата практическа приложимост на модела сред разнородна група педагогически специалисти. Анализът е насочен към пет целеви индикатора: работа с реален проблем, последователност на педагогическия дизайн, практическо създаване и тестване на продукт, педагогически целесъобразно използване на дигитални платформи и ИИ и готовност за приложение в собствената практика.

Таблица 1. Емпирична база на анкетното проучване

Фокус	Институция/място	Участници/ отговори	Анкети
STEM и ИИ в класната стая	ДГ/училища, Асеновград, Раковски	111	89
STEM и ИИ в класната стая	61. ОУ „Св. св. Кирил и Методий“, София	58	53
STEM и ИИ в класната стая	ПГЕЕ, Сливен	23	19
STEM и ИИ в класната стая	СУ „Георги Измирлиев“, Горна Оряховица	50	50
STEM и ИИ в класната стая	ОУ „Св. св. Кирил и Методий“, гр. Габрово	37	37
STEM и ИИ в класната стая	СУ „Св. Климент Охридски“, гр. Пловдив	33	33
Общо	**6 квалификационни обучения**	**312**	**281**

Бележка: В колоната „Анкети“ са посочени обработените анкетни листа. При обученията в Горна Оряховица, ОУ „Св. св. Кирил и Методий“, гр. Габрово, и СУ „Св. Климент Охридски“, гр. Пловдив, броят на обработените анкетни листа съвпада с броя на обучаемите.

Таблица 2. Анкетни индикатори, разпределение на отговорите и връзка с изследователската теза

№	Анкетен въпрос	Разпределение на отговорите (n = 281)	Положителни отговори (3 + 4)	Връзка с изследователската теза
1	Обучението ми помогна да разбера как STEM урокът може да се изгради около реален или практически проблем, близък до опита на учениците.	1: 12; 2: 38; 3: 100; 4: 131	231 / 82,2%	Подкрепя разбирането, че STEM може да се организира като работа по реален проблем, а не като механично съчетаване на учебни предмети.
2	След обучението мога да планирам STEM дейност чрез ясна последователност: проблем, екипна работа, практическа задача, продукт, представяне и рефлексия.	1: 14; 2: 42; 3: 112; 4: 113	225 / 80,1%	Очертава възприетата приложимост на педагогическия дизайн като последователна методическа рамка.
3	Практическите задачи в обучението показаха как учениците могат да учат чрез създаване, тестване, подобряване и обяснение на краен продукт.	1: 10; 2: 35; 3: 116; 4: 120	236 / 84,0%	Подкрепя тезата за практико-приложния характер на STEM обучението и връзката между действие, продукт и разбиране.
4	Дигиталните платформи и ИИ могат да подпомогнат подготовката, диференцирането и формиращото оценяване, когато се използват с ясна педагогическа цел.	1: 20; 2: 40; 3: 111; 4: 110	221 / 78,6%	Насочва към балансираната роля на ИИ като помощен инструмент, а не заместител на професионалната преценка на учителя.
5	След обучението бих могъл/могла да приложа подобен STEM модел в собствената си педагогическа практика.	1: 13; 2: 39; 3: 114; 4: 115	229 / 81,5%	Очертава възприетата приложимост на модела в реална училищна среда.
Общо	**Пет целеви индикатора**	**1: 69; 2: 194; 3: 553; 4: 589**	**1142 / 81,3%**	**Обобщава емпирични индикации в подкрепа на тезата, че STEM моделът е разбираем, приложим и педагогически защитим.**

Бележка: Скала на отговорите: 1 – не съм съгласен/съгласна; 2 – по-скоро не съм съгласен/съгласна; 3 – по-скоро съм съгласен/съгласна; 4 – напълно съм съгласен/съгласна. Положителните отговори обединяват степени 3 и 4.

4. Резултати от анкетното проучване

Обобщените резултати от петте целеви анкетни индикатора очертават преобладаващо положителна оценка към практико-приложния формат на обученията. От 1405 валидни отговора 41,9% са

„напълно съм съгласен/съгласна“, 39,4% са „по-скоро съм съгласен/съгласна“, 13,8% са „по-скоро не съм съгласен/съгласна“, а 4,9% са „не съм съгласен/съгласна“. Делът на положителните отговори, обединяващи степените 3 и 4, е 81,3%, което може да се разглежда като индикатор за висока възприета приложимост на разглежданите STEM дейности.

Най-високи са резултатите при индикатора за учене чрез създаване, тестване, подобряване и обяснение на краен продукт (84,0%), както и при разбирането на STEM урока като работа по реален или практически проблем (82,2%). Тази тенденция подкрепя тезата, че учителите са склонни да възприемат STEM и ИИ не като абстрактна технологична иновация, а като ресурс за конкретни методически решения в класната стая.

Най-ниската положителна оценка е при индикатора за използване на дигитални платформи и ИИ с ясна педагогическа цел (78,6%). Този резултат насочва вниманието към необходимостта технологичният компонент да се разглежда не като самостоятелна иновация, а като средство, което придобива педагогическа стойност при професионална преценка, дидактическа цел и контрол от страна на учителя.

Данните следва да се тълкуват предпазливо. Анкетите измерват възприета полезност и нагласи на учителите, но не установяват пряко повишени учебни постижения на учениците. В този смисъл резултатите могат да се приемат като емпиричен аргумент в подкрепа на предложената методологическа рамка, а не като доказателство за причинно-следствен ефект.

5. Модел за педагогически дизайн на STEM урок

Ефективността на STEM обучението зависи от предварително обмислен педагогически дизайн, който превръща темата в последователност от действия, а не в отделна демонстрация или технологична активност. Тази позиция се подкрепя и от Атанасова, според която „в процеса на STEM обучението от учителя фасилитатор се очаква да може да обмисля дейностите, които ще предложи на учениците и как ще ги обвърже с учебното съдържание и жизнения им опит“ (Атанасова, 2025, с. 145). В началния етап този дизайн трябва да бъде ясен, кратко структуриран и видимо свързан с опита на учениците. Затова STEM урокът може да се организира

чрез шест стъпки: фокус, наблюдение, проучване и експериментиране, приложение, презентация и обратна връзка. Всяка стъпка има собствена дидактическа функция и подготвя следващата.

Първата стъпка е фокус. В нея учителят формулира основния въпрос или практическия проблем, който учениците трябва да решат. Проблемът следва да бъде разбираем, конкретен и близък до ежедневието на децата. Добре формулираният фокус съдържа предизвикателство, критерий за успех и възможност за повече от едно решение.

Втората стъпка е наблюдение. Учениците насочват вниманието си към явления, материали, обекти, данни или ситуации, които помагат за разбиране на проблема. Наблюдението може да включва разглеждане на снимка, карта, модел, кратко видео, реален предмет, училищна среда или резултат от предварителен опит. В тази фаза учителят не дава готов отговор, а подпомага учениците да открият важните признаци.

Третата стъпка е проучване и експериментиране. Експериментирането е активната част на STEM урока: учениците комбинират материали, измерват, сравняват, грешат, коригират и обясняват защо дадено решение е по-успешно. Ролята на учителя е да задава граници, да осигурява безопасност, да насочва с въпроси и да поддържа връзката между опита и учебното съдържание.

Четвъртата стъпка е приложение. На този етап учениците създават собствено решение на проблема: модел, макет, дигитален продукт, карта, схема, конструкция, кратка програма, плакат или друг вид завършен учебен продукт. Приложението превръща знанието в действие. То изисква учениците да планират, да разпределят роли, да използват материали и технологии, да съобразяват ограничения и да проверяват дали продуктът отговаря на предварително поставените критерии. В начален етап е важно продуктът да бъде видим, измерим и обясним, защото чрез него детето свързва научното понятие с конкретен резултат.

Петата стъпка е презентация. Учениците представят своето решение пред класа, друга група или по-широка училищна общност. Презентацията не е само финално показване на продукт, а момент на аргументиране. Тази стъпка развива комуникация, увереност, употреба на научна и технологична терминология, както и умение за защита на решение чрез факти, данни и наблюдения.

Шестата стъпка е обратна връзка и рефлексия. Учениците сравняват първоначалната идея с крайния резултат, обсъждат силните страни и ограниченията на продукта и формулират възможности за подобрение. Обратната връзка може да бъде организирана чрез кратки въпроси, критерии за самооценка, групова дискусия, рубрика, изходен билет или дигитален формуляр.

Шестстъпковият модел осигурява вътрешна логика на STEM урока: от проблем към наблюдение, от наблюдение към изследване, от изследване към продукт, от продукт към представяне и от представяне към осмисляне. Така STEM обучението се превръща в интегрирана образователна среда, в която науката, технологиите, инженерното мислене и математиката се свързват чрез практически проблем, активност, сътрудничество и критична рефлексия. В близка посока е и разбирането на Даскалова, че „образователната среда, която интегрира дизайн мислене, стимулира ученето чрез преживяване, насърчава творческото мислене и създава условия за демократично участие на учениците в учебния процес“ (Даскалова, 2025, с. 333). Това позволява STEM моделът да се разглежда не само като предметна интеграция, а и като среда за развитие на инициативност, сътрудничество и отговорност.

6. Методическа рамка и практико-приложни аспекти на модела

Предложеният шестстъпков цикъл за педагогически дизайн може да бъде илюстриран чрез няколко авторски практики, които показват как дигиталните платформи и ИИ се включват в STEM обучение, без да изместват практическото действие, сътрудничеството и професионалната роля на учителя.

Първият казус е свързан с инициативата „Еко-рубрика“, реализирана в STEM паралелка в ОУ „Княз Александър I“, гр. Пловдив, от авторите на статията през април 2025 г. Учениците създават дигитални образователни продукти, брошури и видеоматериали по екологични теми, като използват Canva, Gamma, D-ID, Educaplay и други инструменти. Този казус показва връзката между природонаучно знание, дигитална комуникация, кариерно ориентиране и социална отговорност. За началния етап подобна практика може да бъде адаптирана чрез по-кратки мисии: наблюдение на училищната среда, събиране на снимков материал, сортиране на отпадъци,

създаване на плакат или кратка аудио-визуална препоръка. Тази посока се подкрепя и от Данев, според когото „като образователен инструмент стоп моушън анимирането намира голямо приложение в представянето и обяснението на разнообразна научна информация“ (Данев, 2024, с. 289).

Вторият казус е свързан с интегриране на Scratch и ИИ инструменти в обучението по математика през 2024/2025 учебна година от авторите на статията. В урока „Начертаване на равностранен триъгълник“ учениците използват цикли и команди за завъртане, за да превърнат геометрично знание в алгоритъм. В проектите „Робот в координатната система“ и „Намери най-късия път с Robobo“ математическото съдържание се свързва с движение, ориентация, измерване и оптимизация. Тези примери са от прогимназиален контекст, но методическата логика е приложима и в началния етап чрез по-прости задачи с пътеки, посоки, броене на стъпки, координатна мрежа и моделиране на маршрути. Тази дидактическа линия намира потвърждение и в разработката на Велчева и Димитров, които представят образователна игра на Scratch, свързана с учебния предмет „Човекът и природата“ за 4. клас (Велчева, Димитров, 2023, с. 223). Подобен пример показва, че визуалното програмиране може да бъде използвано не само за формиране на алгоритмично мислене, но и като средство за интердисциплинарно обвързване на природонаучно съдържание, игрова активност и дигитално моделиране в началния етап.

Третият казус е свързан с инициативата „Идеатон за деца“, реализирана в ОУ „Княз Александър I“, гр. Пловдив, в рамките на COMPAIR от авторите на статията през 2023/2024 учебна година. Практиката обединява ученици от 5., 6. и 7. клас около проблема за качеството на въздуха и опазването на околната среда. В продължение на месец учениците подготвят продукти в пет направления: кратки видеа, презентации, екоизложба с 3D модели и рисунки, литературни текстове и рекламна кампания с игри, тестове, плакати и новини. При създаването им се използват Canva, D-iD, Slidesgo, Magic School, Diffit, Quizizz и Educaplay, чрез които дигиталните инструменти се превръщат в средство за проучване, визуализация, комуникация и публично представяне, а не в самоцелна технологична дейност. Казусът показва разгръщане на STEM дейност отвъд отделния урок: представянето включва три

последователни дни, три зали, 10 паралелки, родители, учители и институционални партньори. Отчетеният резултат в края на първия срок показва, че STEM паралелката има най-висок среден успех по информационни технологии сред всички петокласници – 5,86. Този резултат не доказва еднозначна причинност, но е индикатор за позитивна учебна динамика и за възможна връзка между системното STEM организиране, ангажираността и постиженията (Шопова, Димитров, 2025, с. 98 – 100).

И в трите казуса се вижда обща логика: технологията подпомага визуализацията, организацията, диференциацията и представянето, но същинското учене възниква при поставяне на проблем, създаване на продукт, проверка на резултата, аргументиране и рефлексия. Затова ИИ и дигиталните платформи следва да се разглеждат като инструменти на педагогическия дизайн, а не като негов заместител.

Дигиталните платформи имат различни функции в STEM урока. Canva, Genially и Gamma могат да подпомогнат визуализирането на проблема, представянето на инструкции, създаването на карти на мисии и ученически презентации. LearningApps, Educaplay и Wayground/Quizizz са подходящи за кратки проверки, сортиране, свързване, работа с кодове и игровизация. Scratch, micro:bit, Tinkercad и Robobo дават възможност за симулация, дигитално конструиране, алгоритмично мислене и създаване на интерактивни продукти.

ИИ заема по-специфично място. Генеративните системи могат да подпомагат учителя при планиране на урок, адаптиране на текст, формулиране на инструкции, създаване на въпроси, подготовка на рубрика, диференциране на задачи и обобщаване на обратна връзка. За учениците те могат да бъдат използвани като помощник при генериране на идеи, езиково оформяне на представяне или сравняване на варианти, но не като източник на окончателни решения.

В STEM обучението рискът от безкритично използване на ИИ е значим, защото научните и техническите твърдения изискват точност. Генеративните системи могат да създават убедително звучаща, но фактологично неточна информация. Затова приложимият модел е „човек в цикъла“: учителят определя задачата, задава

границите, проверява отговорите, валидира съдържанието и носи отговорност за крайното педагогическо решение.

Етичната рамка е особено важна в началния етап. Не трябва да се въвеждат лични данни на ученици в публични генеративни системи; учениците трябва да формират разбиране, че дигиталният отговор не е автоматично верен; а учителят следва да разграничава допустимите функции на ИИ – идеи, адаптация, структуриране – от недопустимите функции, като автоматично оценяване, заместване на ученическо мислене или приемане на машинно генериран отговор като научен авторитет (UNESCO, 2023).

7. Обсъждане и ограничения на изследването

Предложеният модел поставя STEM обучението в по-широка перспектива. То не е изолирана иновация, а част от промяната към активно, компетентностно и практическо образование. Централно място има педагогическият дизайн, защото именно той определя дали учениците ще бъдат реални изследователи и конструктори или само изпълнители на предварително зададени инструкции.

Резултатите от анкетите насочват към значението на практическата приложимост. Високият дял положителни оценки по целевите индикатори очертава тенденция учителите да разпознават стойността на обученията тогава, когато получават конкретни инструменти за класната стая. Това е съществено за STEM обучението, защото подходът изисква не само теоретично съгласие с идеята за интеграция, а и умение за проектиране на реални задачи, материали, роли и критерии. Подобна инструментална логика се открива и при Тодоров, който определя диктовката като „ключов инструмент за формиране на езиково-правописната компетентност“ при малките ученици (Тодоров, 2025, с. 300).

Същевременно данните за използването на дигитални платформи и ИИ показват, че технологичният компонент не може да бъде устойчиво реализиран само чрез наличие на инструменти. Необходими са ясна дидактическа цел, педагогическа проверка, достъп до ресурси, възможност за групова работа, техническа готовност и време за рефлексия. Оттук следва, че инвестицията в STEM среда трябва да бъде съпроводена с методическа подкрепа и квалификация на учителите.

Научноприложният принос на статията може да бъде очертан в три направления. Първо, STEM обучението е разгледано като интегрирана образователна среда, а не като набор от технологични средства. Второ, предложена е методологическа рамка, която свързва дизайн на урока, среда, дигитални платформи, ИИ и оценяване. Трето, рамката е конкретизирана чрез шестстъпков модел за педагогически дизайн на STEM урок, интерпретиран чрез анкетни данни от квалификационни обучения и казуси от авторски практики.

Наред с посочените приноси изследването има няколко ограничения. Първо, анкетните данни са от квалификационни обучения на учители и измерват възприета полезност, а не преки резултати от ученическо обучение. Второ, извадката не е случайна, тъй като включва участници в конкретни обучения. Трето, част от анкетните панели са свързани с организация на обучението, а не пряко с резултатите на STEM урока. Четвърто, при част от електронните форми са налични обобщени резултати, което ограничава възможностите за по-задълбочен индивидуализиран анализ. Пето, анализът не проследява дългосрочна промяна в педагогическата практика след обучението.

Тези ограничения не обезсилват резултатите, но определят границите на тяхната интерпретация. Данните могат да се използват като емпирична подкрепа за методологически модел и като основание за последваща апробация в реални класни стаи.

8. Заключение

STEM обучението в начален етап има значителен потенциал за развитие на любопитство, активност, екипност, практическо мислене и отговорно отношение към технологиите. Този потенциал се реализира само при наличие на ясно формулиран проблем, последователен педагогически дизайн, подходяща среда и инструментариум за обратна връзка.

Дигиталните платформи и ИИ могат да разширят възможностите на учителя, като подпомогнат визуализацията, диференциацията, игровизацията, формиращото оценяване и рефлексията. Те не трябва да се разглеждат като заместител на практическата дейност, нито като автономен източник на оценка и истина. Най-устойчивият модел е този, при който ученикът наблюдава, създава,

проверява и обяснява, а учителят проектира, насочва, валидира и оценява.

Следователно ефективното STEM обучение изисква баланс между среда, методика и технология. Именно този баланс превръща отделния урок в педагогически смислена практика, която подготвя учениците за участие в свят, в който знанието трябва да бъде не само усвоено, но и приложено критично, творчески и отговорно.

Литература

1. Ангелова, В. и Николова, А. (2024), „Дигиталната компетентност на студентите, подготвящи се за начални учители: перспективи за развитие“, списание TEM Journal, том 13, бр. 1, с. 377 – 385. https://doi.org/10.18421/TEM131-39 (Angelova, V. i Nikolova, A. (2024), „The digital competence of students preparing to become primary school teachers: Perspectives for development“, TEM Journal, Vol. 13 No. 1, pp. 377 – 385. https://doi.org/10.18421/TEM131-39)
2. Атанасова, Н. (2025), „Учителят – фасилитатор в процеса на STEM обучението“, в Креативност и наука в действие: мултидисциплинарни изследвания и обучение за бъдещето, Пловдивско университетско издателство, Пловдив, с. 139 – 150. (Atanasova, N. (2025), „Uchitelyat – fasilitator v protsesa na STEM obuchenieto“, v Kreativnost i nauka v deystvie: multidistsiplinarni izsledvania i obuchenie za badeshteto, Plovdivsko universitetsko izdatelstvo, Plovdiv, s. 139 – 150.)
3. Велчева, И. и Димитров, И. (2023), „Образователна игра на Scratch, свързана с учебния предмет „Човекът и природата“ за 4. клас“, Образование и технологии, Vol. 14 No. 1, pp. 222 – 228. https://doi.org/10.26883/2010.231.5099 (Velcheva, I. i Dimitrov, I. (2023), „Obrazovatelna igra na Scratch, svarzana s uchebnia predmet „Chovekat i prirodata“ za 4. klas“, Obrazovanie i tehnologii, Vol. 14 No. 1, pp. 222 – 228. https://doi.org/10.26883/2010.231.5099)
4. Данев, Н. (2024), „Стоп моушън анимирането като образователен инструмент в подготовката на бъдещи педагогически специалисти“, том III, Пловдивско университетско издателство, с.

286 – 300. DOI: 10.69085/afp20243286. (Danev, N. (2024), „Stop moushan animiraneto kato obrazovatelen instrument v podgotovkata na badeshti pedagogicheski spetsialisti“, tom III, Plovdivsko universitetsko izdatelstvo, s. 286 – 300. DOI: 10.69085/afp20243286.)

5. Даскалова, И. (2025), „Дизайн мислене като средство за изграждане на лидерски качества сред учениците от 1. – 4. клас“, в Креативност и наука в действие: мултидисциплинарни изследвания и обучение за бъдещето, Пловдивско университетско издателство, с. 325 – 336. (Daskalova, I. (2025), „Dizayn mislene kato sredstvo za izgrazhdane na liderski kachestva sred uchenitsite ot 1. – 4. klas“, v Kreativnost i nauka v deystvie: multidistsiplinarni izsledvania i obuchenie za badeshteto, Plovdivsko universitetsko izdatelstvo, s. 325 – 336.)
6. Тодоров, М. (2025), „Диктовката – ключов инструмент за формиране на езиково-правописната компетентност при малките ученици“, том IV, Пловдивско университетско издателство, с. 300 – 313. DOI: 10.69085/afp20254300. (Todorov, M. (2025), „Diktovkata – klyuchov instrument za formirane na ezikovo-pravopisnata kompetentnost pri malkite uchenitsi“, tom IV, Plovdivsko universitetsko izdatelstvo, s. 300 – 313. DOI: 10.69085/afp20254300.)
7. Шопова, В. и Димитров, И. (2025), „Изкуственият интелект в подкрепа на STEM обучението в класната стая“. Сборник с доклади от Международната конференция по виртуално обучение, том 20, с. 93 – 102. https://doi.org/10.58503/icvl-v20y202508 (Shopova, V. i Dimitrov, I. (2025), „Artificial Intelligence to support STEM learning in the classroom“. Proceedings of the International Conference on Virtual Learning, Vol. 20, pp. 93 – 102. https://doi.org/10.58503/icvl-v20y202508)
8. Redecker, C. (2017), European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu, Punie, Y. (Ed.), Publications Office of the European Union, Luxembourg, DOI: 10.2760/159770.
9. UNESCO (2023), Guidance for Generative AI in Education and Research, UNESCO, Paris, available at: official UNESCO publication page (accessed 31 May 2026).