https://doi.org/10.53656/nat2026-2.02

STEM ОБРАЗОВАНИЕ В МОДЕЛА НА XXI ВЕК

Магдалена Господинова
Професионална гимназия по електротехника и електроника, Пловдив, България

Резюме. Настоящата публикация[1] разглежда STEM образованието като иновативна и интегрирана педагогическа парадигма, която обединява науката, технологиите, инженерството и математиката в обща рамка за развитие на компетентности на XXI век. Изследването представя концептуалните и методологичните основи на STEM, като анализира ключовите педагогически модели и актуалните тенденции за въвеждане на приобщаващо и технологично обогатено обучение. Целта е да се изясни как STEM философията се реализира в образователната практика чрез модели като интерактивната педагогическа рамка, интердисциплинарното обучение, универсалния дизайн за учене (UDL), изкуствения интелект (AI) и професионалните учебни общности. Изследването се основава на конструктивистка и системна методология, която приема знанието като активно изграждано чрез взаимодействие, опит и сътрудничество. STEM не е просто методика, а философия на образование, насочена към създаване на култура на учене, базирана на изследване, креативност и иновации.

Ключови думи: STEM; интердисциплинарност; интеграция; универсален дизайн за учене; изкуствен интелект; професионални общности; компетентности; педагогическа иновация

Образованието на XXI век се намира в период на трансформация, в който технологиите, изкуственият интелект и научните открития променят начина, по който се възприема знанието. В този контекст STEM образованието се утвърждава като иновативен модел, който свързва научното мислене, технологичната креативност и практическото приложение.

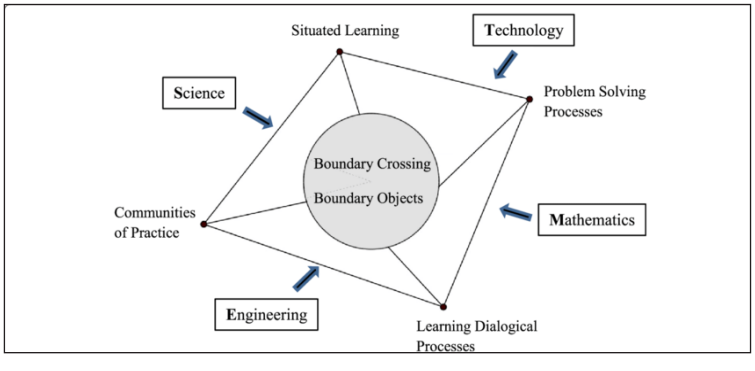
STEM философията надхвърля традиционното разделение между дисциплините и ги обединява в общ процес на учене чрез действие и опит. Ученето става активно, контекстуално и ориентирано към решаване на реални проблеми, като развива критическо мислене и сътрудничество. Настоящото изследване разглежда STEM като философия на образованието, която интегрира

теорията и практиката в системна структура, осигуряваща пълноценно развитие на компетентности, необходими на личността в дигиталната и иновативна епоха.

Интерактивна STEM педагогическа рамка

Интерактивната STEM педагогическа рамка разглежда ученето като процес на активно взаимодействие между дисциплини, участници и технологии (Koretsky et al., 2018). Тя се основава на принципите на конструктивизма, според които знанието се изгражда чрез опит, сътрудничество и рефлексия (Leung, 2020). Основният акцент е върху ученето чрез действие, при което учащите не са пасивни потребители на знание, а активни изследователи, които откриват, анализират и създават решения (Borisova, 2023). Учителят има ролята на фасилитатор и медиатор, който насърчава съвместното учене, поставя проблеми и подпомага рефлексията.

Интерактивната рамка създава динамична среда, в която се стимулират обменът на идеи и съвместното конструиране на знание. В нея учениците усвояват научни принципи и едновременно развиват социални и комуникативни умения, работейки в екип и прилагайки иновативно мислене. Тази рамка подпомага развитието на аналитично и творческо мислене чрез задачи, базирани на реални ситуации и проекти. По този начин се изгражда способност за трансфер на знания между различни дисциплини и за прилагане на научни и технологични принципи в социален контекст (Borisova, 2023).

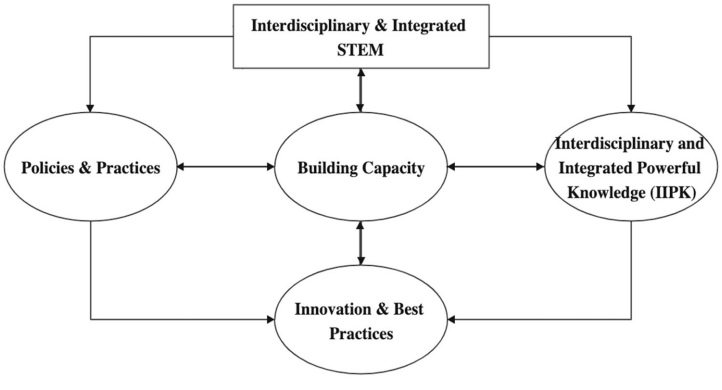


Фигура 1. Интерактивна STEM педагогическа рамка

Фигура 1 представя STEM като взаимосвързана система от дисциплини, в чийто център стои учащият като активен конструктор на знанието. Интерактивната рамка формира интегрирана структура, която развива не само когнитивни, но и метакогнитивни умения, саморефлексия и социална интелигентност.

Интердисциплинарно и интегрирано STEM образование

Интердисциплинарността е сърцевината на STEM обучението (Kurup et al., 2021). Тя предлага възможност за свързване на съдържание, процеси и концепции от различни области на знанието, за да се изгради по-цялостно и контекстуално разбиране на реалността (Leung, 2020). В тази връзка, STEM образованието преодолява традиционното фрагментиране на учебните предмети, като въвежда обединена структура, където дисциплините взаимодействат помежду си и се допълват. Интегрираният подход към STEM дава възможност на учащите да прилагат знанията си за решаване на комплексни проблеми в реална среда. Той не се ограничава до усвояване на информация, а насърчава ученето чрез откриване, експериментиране и създаване. По този начин знанието придобива практическа и социална стойност (Amato & Siri, 2019).



Фигура 2. Обща картина на интердисциплинарното и интегрирано STEM образование

Фигура 2 визуализира STEM като взаимовръзка между четирите основни дисциплини – наука, технологии, инженерство и математика, които образуват централно ядро на интегрирано знание. Това ядро се подкрепя от четири взаимосвързани сфери: образование, изследвания, общество и политики, които осигуряват устойчивост и развитие на STEM културата.

Интердисциплинарният модел развива критическо мислене и системно разбиране, като създава умения за анализ и синтез на информация от различни източници (Kurup et al., 2021). Той насърчава прехвърлянето на знания между дисциплините и изгражда у учащите способността да гледат на проблемите от различни гледни точки (Amato & Siri, 2019).

Приобщаващо и технологично STEM образование
Универсален дизайн за учене (UDL)

Универсалният дизайн за учене представлява педагогическа философия, която осигурява достъпност, приобщаване и гъвкавост в образователния процес (Ayeni et al., 2024). Неговата същност се състои в идеята, че всеки ученик има право и възможност да участва активно в ученето, независимо от индивидуалните различия, темпо на усвояване и стил на познание.

UDL се основава на три принципа: разнообразие на представянето на информацията, различни форми на изразяване на знанията и гъвкави начини на участие и мотивация. Прилагането на този подход в STEM контекста води до по-справедлива и ефективна образователна среда, в която всяко дете може да изяви своя потенциал (Ayeni et al., 2024).

В практиката това означава използване на дигитални ресурси, визуални представяния, симулации и адаптивни технологии (Raza, 2025). Така се гарантира възможност за активно включване на учениците с различни нужди и се насърчава приобщаването като ценност и принцип на образователната система.

Изкуствен интелект и технологична трансформация

Изкуственият интелект (AI) се превръща във важен фактор в съвременното STEM образование (Raza, 2025). Чрез интелигентни системи за обучение, адаптивни платформи и алгоритми за анализ на данни се създават условия за персонализирано учене и непрекъсната обратна връзка.

AI технологията подпомага учителя, като предоставя информация за напредъка на учениците и адаптира съдържанието към индивидуалните им способности. Това води до по-висока мотивация, самостоятелност и ефективност на учебния процес (Raza, 2025). Технологичната трансформация в STEM образованието не се свежда само до използване на устройства, а до изграждане на нов тип култура на учене, в която дигиталните ресурси, визуализациите и виртуалните експерименти стават част от ежедневието на учениците (Amato & Siri, 2019). Учителят има централна роля като педагогически дизайнер, който използва технологиите, за да създаде ангажираща и интерактивна среда, насърчаваща изследователския подход и критическото мислене.

Приобщаващото и технологично STEM образование изгражда система, в която технологиите са инструмент за подкрепа, а не заместване на човешкото взаимодействие. То поставя акцент върху сътрудничеството, креативността и равните възможности за всички участници в образователния процес.



Фигура 3. Система от умения на XXI век, развивани в STEM образованието

Фигура 3 обобщава ключовите компетентности, които STEM подходът развива: критическо мислене, креативност, комуникация, колаборация и дигитална грамотност. Те формират ядрото на уменията на бъдещето и подготвят учащите за участие в глобалната икономика на знанието.

Професионални общности и интеграция на STEM средата

Развитието на ефективна STEM образователна среда изисква не само промяна на учебните модели, но и изграждане на професионални общности, които насърчават сътрудничество, обмена на опит и иновациите (Townley, 2020). Професионалните учебни общности (Professional Learning Communities – PLCs) са ключов инструмент за създаване на устойчива култура на учене и споделена отговорност между учителите.

В тези общности преподавателите си взаимодействат като колеги, изследователи и създатели на нови практики, като анализират данни, обсъждат стратегии и съвместно търсят решения за подобряване на учебния процес (Townley, 2020). Този модел се основава на идеята, че учителите не просто прилагат готови методи, а активно изграждат собствен професионален опит чрез изследване, наблюдение и обратна връзка.

Интеграцията на STEM средата в училищната култура изисква и постоянна подкрепа от ръководството и образователните институции, които трябва да създадат условия за сътрудничество между училища, университети и научни организации. Така се формира мрежа от взаимосвързани практики, които развиват иновации и споделени ценности на професионализма.

Особено значение има развитието на STEM компетентности у бъдещите учители, които трябва да съчетават научна грамотност, технологична гъвкавост и педагогическа иновативност (Galabova, 2022). В този контекст подготовката на студентите по педагогика трябва да бъде насочена към създаване на изследователски нагласи, критическо мислене и умения за интеграция на дигитални инструменти в обучението.

Учителят в STEM средата не е просто преподавател, а лидер на знанието, който вдъхновява учениците да изследват, да експериментират и да разбират взаимовръзките между наука, технологии и общество (Galabova, 2022). Подобен тип лидерство се развива именно в професионални общности, които стимулират непрекъснато усъвършенстване и обмен на добри практики.

По този начин професионалните общности се превръщат в движеща сила на устойчивото STEM образование – пространство за учене, споделяне и колективно развитие на педагогическия потенциал.

Компетентности и умения на XXI век в контекста на STEM образованието

STEM образованието не се ограничава само до усвояване на знания от областта на науката и технологиите, а поставя в центъра си формирането на ключови компетентности, необходими за успешна реализация в съвременното общество (Borisova, 2023). Това включва умения за критическо мислене, решаване на проблеми, комуникация, колаборация, креативност и дигитална грамотност. Тези компетентности представляват фундамент на така наречените умения на XXI век, които подготвят учащите за активно участие в глобалната икономика на знанието (Amato & Siri, 2019).

В STEM контекста ученето се основава на изследователски подход, който насърчава учениците да мислят като учени, инженери и иноватори. Този тип обучение изгражда у тях умения за анализ, аргументация и саморефлексия, като същевременно развива мотивация за учене през целия живот (Borisova, 2023). В основата му стои създаването на автентични учебни ситуации, при които учащите се сблъскват с реални проблеми, изискващи колективно мислене и творчество.

Креативността и иновативността са особено важни в STEM образованието, тъй като то стимулира създаването на нови решения, експерименти и модели за подобрение (Amato & Siri, 2019). Чрез проекти и експериментални дейности учащите прилагат научни методи и технологични инструменти, за да постигнат конкретен резултат, което ги превръща в активни създатели на знание. От своя страна, дигиталната грамотност и умението за работа с технологии формират основата на новата учебна култура (Amato & Siri, 2019). Тя включва способността за използване на данни, създаване на съдържание и критична оценка на информацията. Учителите играят ключова роля в този

процес, като подпомагат развитието на метакогнитивни стратегии и умения за саморегулация на ученето (Galabova, 2022).

В подготовката на бъдещите учители тези компетентности трябва да се изграждат чрез целенасочени педагогически практики и проектно базирано обучение (Galabova, 2022). Развиването на STEM компетентности при бъдещите педагози е предпоставка за създаване на професионална култура, в която иновациите и технологичната грамотност са неразделна част от учителската идентичност.

STEM образованието, в този смисъл, представлява интегрирана система, която не просто преподава факти, а изгражда личност, способна да разбира сложни взаимовръзки, да сътрудничи и да създава решения за устойчиво развитие на обществото.

Изводи и обобщения

Изследването е проведено с цел да се анализират концепциите, моделите и практиките, които формират основата на STEM образованието в контекста на XXI век. Неговата цел е да се открои ролята на интеграцията между наука, технологии, инженерство и математика като фактор за развитие на компетентности, критическо мислене и иновации в образователната среда. То е реализирано чрез теоретичен анализ на педагогически модели и добри практики, които показват как STEM подходът обединява теорията и практиката чрез изследване, проекти и сътрудничество. Учителят е водещ елемент в този процес – фасилитатор, който насърчава активно учене и творческо мислене.

Професионалните общности и дигиталните технологии допринасят за устойчивостта и ефективността на STEM подхода, като създават условия за обмен на опит, иновации и приобщаващо образование. Обобщено, изследването доказва, че STEM е не само метод, а образователна философия, която превръща ученето в динамичен процес на сътрудничество, изследване и създаване на знание – насочен към подготовка на учениците за бъдещето.

Благодарности

Авторът изразява признателност към всички учени и специалисти, чиито трудове са послужили като теоретична и методологична основа за настоящото изследване. Благодарности се отправят към M. Koretsky, J. Keeler, J. Ivanovitch, X. Cao, P. Kurup, M. Yang, X. Li, Y. Dong, A. Leung, O. Olusola, G. Unachukwu, F. Osawaru, C. Onyebuchi, K. Raza, C. Townley, Пенка Борисова, Масимо Амато, Анна Сири и Даринка Гълъбова за техния принос към развитието на STEM образованието и педагогическите иновации.

БЕЛЕЖКИ

1. Ръкописът е одобрен за участие във Втория конкурс за научна статия „Природни науки и иновации в образованието“.

ЛИТЕРАТУРА

Амато, М., & Сири, А. (Ред.). (2019). *Do Well Science: Ръководство за иновативни педагогически подходи в STEM обучението в училищата***.** Società Dante Alighieri. https://kokalanova.weebly.com/uploads/6/2/0/7/62075935/manual_bulgarian_version.pdf.

Борисова, П. (2023). *STEM формите – начин за интеграция на интердисциплинарния подход в българската образователна система. Е-списание „Педагогически форум“*, *1*, 176 – 181.

Гълъбова, Д. (2022). Развиване на STEM компетентности у бъдещи учители по математика в тенденцията на STEM образованието. *Математика и математическо образование*, 124 – 136. https://www.math.bas.bg/smb/2022_PK/tom_2022/pdf/124-136.pdf.

REFERENCES

Amato, M., & Siri, A. (Eds.). (2019). *Do Well Science: Manual for Innovative Pedagoy in STEM Contents. Società Dante Alighieri.* https://kokalanova.weebly.com/uploads/6/2/0/7/62075935/manual_bulgarian_version.pdf.

Ayeni, O. O., Unachukwu, C. C., Osawaru, B., Chisom, O. N., & Adewusi, O. E. (2024). *Innovations in STEM Education for Students with Disabilities: A Critical Examination. International Journal of Science and Research Archive, 11*(1), 1797 – 1809. *https://doi.org/10.30574/ijsra.2024.11.1.0285.*

Borisova, P. (2023). STEM formite – nachin za integratsiya na interdistsiplinarniya podhod v balgarskata obrazovatelna sistema. *E-spisanie „Pedagogicheski forum“*, *1*, 176 – 181. [In Bulgarian]

Galabova, D. (2022). *Developing STEM Competence in Future Teachers in Mathematics in the Trend of STEM Education. Mathematics and Education in Mathematics*, 124 – 136. https://www.math.bas.bg/smb/2022_PK/tom_2022/pdf/124-136.pdf. [In Bulgarian]

Koretsky, M., Keeler, J., Ivanovitch, J., & Cao, Y. (2018). The Role of Pedagogical Tools in Active Learning: A Case for Sense-making. *International Journal of STEM Education, 5,* article number 18. https://doi.org/10.1186/s40594-018-0116-5.

Kurup, P. M., Yang, Y., Li, X., & Dong, Y. (2021). *Interdisciplinary and Integrated STEM. Encyclopedia, 1*(4), 1192 – 1199. https://doi.org/10.3390/encyclopedia1040090.

Leung, A. (2020). Boundary Crossing Pedagogy in STEM Education. *International Journal of STEM Education, 7*, article number 15. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00212-9.

Raza, A. (2025). Personalized Learning through AI: Opportunities and Challenges in Adaptive Educational Technologies. *AI Edify Journal, 2*(1), 21 – 27. https://researchcorridor.org/index.php/aiej/article/view/245/234

Townley, A. L. (2020). Leveraging Communities of Practice as Professional Learning Communities in Science, Technology, Engineering, Math (STEM) Education. *Education Science, 10*(8), 190. https://doi.org/10.3390/educsci10080190.

STEM EDUCATION IN THE MODEL OF THE 21ST CENTURY

Abstract. This publication examines STEM education as an innovative and integrated pedagogical paradigm that unites science, technology, engineering, and mathematics within a common framework for developing 21st-century competencies. The study presents the conceptual and methodological foundations of STEM, analyzing key pedagogical models and current trends in implementing inclusive and technologically enriched learning. The aim is to clarify how the STEM philosophy is realized in educational practice through models such as the interactive pedagogical framework, interdisciplinary learning, Universal Design for Learning (UDL), artificial intelligence (AI), and professional learning communities. The research is based on a constructivist and systemic methodology, which perceives knowledge as being actively constructed through interaction, experience, and collaboration. STEM is not merely a teaching method but an educational philosophy focused on creating a learning culture grounded in inquiry, creativity, and innovation.

Keywords: STEM; interdisciplinarity; integration; Universal Design for Learning; artificial intelligence; professional communities; competencies; pedagogical innovation

✉ **Magdalena Gospodinova**
Vocational High School of Electrical Engineering and Electronics
Plovdiv, Bulgaria
E-mail: magi5555@abv.bg