

Тип на статията: Статия

Type of the Paper: Article

Интелигентното училище: сърцето на интелигентния град

Николай Николов

niki.nikolow87@gmail.com

The intelligent school: the heart of the smart city

Nikolay Nikolov

niki.nikolow87@gmail.com

Резюме: В статията се разглежда концепцията за интелигентното училище като съставна част на интелигентния град и като мост, свързващ образованието, природните науки и технологичните иновации. Статията проследява еволюцията на концепцията за интелигентен град и представя интелигентното училище като микромодел на устойчиво градско развитие. Специално внимание е обърнато на STEM образованието като ядро на интелигентното училище с фокус върху педагогическите иновации, ролята на учителите и предизвикателствата, свързани с професионалната им подготовка. Технологичната инфраструктура на интелигентното училище е обхваната от конвергенцията на Интернет на нещата (IoT), изкуствения интелект, виртуалната и добавената реалност и енергийно ефективната инфраструктура. Предлага се концептуален модел на интелигентно образование, както и стратегии за внедряване и адаптиране. Статията представя и примери за най-добри практики в STEM образованието в България. Констатациите потвърждават, че интелигентното училище е не само център на знания и иновации, но и двигател на устойчивото развитие и дигиталната трансформация в контекста на интелигентния град.

Ключови думи: Интелигентно училище, интелигентен град, STEM образование, устойчиво развитие, образователна иновация

Abstract: The paper elaborates the concept of the Intelligent School as a constituent of the smart city and as a bridge linking education, natural sciences, and technological innovation. The paper follows the evolution of the concept of the smart city and introduces the intelligent school as a micro-model of urban sustainable development. Special attention is paid to STEM education as the core of the intelligent school, with a focus on pedagogical innovations, the teachers' role, and challenges related to teachers' professional preparedness. The technological infrastructure of the intelligent school is covered by the convergence of IoT, artificial intelligence, virtual and augmented reality, and energy-efficient infrastructure. A conceptual model of intelligent education is proposed, as well as implementation and adaptation strategies. The paper also presents examples of best practices in STEM education in Bulgaria. The findings confirm that the smart school is not only a center of knowledge and innovation but also a driver of sustainable development and digital transformation in the smart city context.

Key words: Intelligent school, smart city, STEM education, sustainable development, educational innovation

Въведение

В ерата на бързо развиващите се технологии, концепциите за интелигентни градове и училища се превръщат от футуристична визия в реална необходимост. Интелигентните градове използват информационни и комуникационни технологии (ИКТ), за да подобрят качеството на живот, ефективността на градските услуги и устойчивото развитие. В този контекст, образователната система играе ключова роля. Тя трябва не просто да се адаптира, а да бъде двигател на иновациите, подготвяйки конкурентоспособни и добре образовани граждани, готови за предизвикателствата на бъдещето.

Основният проблем е как да се разработи модел на интелигентно училище, което да отговори на нуждите на съвременния интелигентен град. Въпреки съществуващите инициативи, тяхната ефективна интеграция остава предизвикателство, поради което е необходим балансиран подход, съчетаващ технологични иновации, социална отговорност и екологична устойчивост.

Тезата на настоящата статия е, че чрез интегриране на съвременни технологични решения и устойчиви практики в образователната система може да се създаде ефективен модел на интелигентно училище. Този модел ще подготви учениците за бъдещето, като съчетава технологични иновации, социална отговорност и екологична устойчивост.

1. Интелигентният град – новата парадигма на градското развитие

1.1. Дефиниции и общи цели

В научната литература липсва универсална дефиниция за „интелигентен град“. Различните изследвания обхващат различни аспекти като приемането на ИКТ, комуникацията с потребителите, електронното управление и устойчивостта. Устойчивостта често се разглежда като основна цел, заедно с удобството за живеене, но понякога е приоритизирана като второстепенна цел след качеството на живот и ефективността на управлението. Местните власти обикновено се фокусират върху устойчивостта, качеството на живот и ефективността, докато междуправителствените институции изтъкват ролята на ИКТ.

Тази разнородност позволява гъвкавост и адаптация към специфичните нужди на различните градове, но същевременно може да затрудни сътрудничеството и обмена на добри практики.

За целите на настоящото изследване се приема концепцията, че интелигентните градове обединяват използването на технологии и стратегии за управление с цел подобряване на качеството на живот, ефективността на урбанизацията и устойчивото развитие. Те използват ИКТ за събиране и анализ на данни от градските услуги (трафик, отпадъци, водоснабдяване), за да оптимизират тяхното функциониране. Успешната имплементация изисква активно участие от страна на правителството, частния сектор и гражданите.

1.2. Ключови характеристики на интелигентния град

Въз основа на различните дефиниции могат да бъдат изведени няколко ключови характеристики, които определят същността на интелигентния град. Според редица автори, те включват използване на ИКТ, хоризонтална интеграция, овластяване на заинтересованите страни и фокус върху устойчивото развитие [Albino et al., 2015; Dustdar et al., 2017]:

- използване на ИКТ: технологиите са в основата на събирането и анализа на данни за вземане на информирани решения. Важно е обаче да се поддържа баланс между технологичните иновации и човешките нужди, за да не се пренебрегват социалните и културни аспекти на градското развитие.
- Хоризонтална интеграция: това е координирано взаимодействие между различни сектори като транспорт, енергетика и управление на отпадъци, което позволява по-ефективно управление на градските системи.
- Овластяване на заинтересованите страни: включването на граждани, бизнес и институции в процеса на вземане на решения води до по-демократичен и прозрачен процес.
- Ефективно използване на ресурси: насърчава се ефективното използване на ресурси като вода и енергия чрез услуги, базирани на данни, което позволява оптимизация и намаляване на отпадъците.
- Демократизиране на съоръжения и ценности: това означава осигуряване на равен достъп до градските ресурси и услуги за всички граждани.
- Вземане на решения, базирани на данни: събирането и използването на данни позволяват „разрушителни иновации“ и помагат за по-доброто разбиране на градските процеси.

1.3. Значение и критика на технологичните иновации

Технологичните иновации са решаващи за развитието на интелигентните градове. Те са движени от технически вдъхновени иновации, креативност и предприемачество. Въпреки това съществува критика, че настоящият дискурс се фокусира твърде силно върху технологичния капацитет, свеждайки градовете до „едномерен бизнес модел“ [Hawken, Nan, 2018].

Този прекомерен фокус рискува да пренебрегне социалната инфраструктура и ангажираността на гражданите. Градовете са сложни социални екосистеми и техният успех не може да се измерва само с технологични постижения. За да се създадат наистина приятни за живеене градове, са необходими иновации в екологични, социални и икономически области [Hawken, Nan, 2018]. Това означава интегриран подход, който балансира технологичния напредък със социалната справедливост и екологичната устойчивост.

2. От интелигентния град към интелигентното училище

Интелигентният град не може да съществува без интеграция с ключови социални области като образованието. Концепцията за интелигентно училище е логично продължение на тази философия и е тясно свързана с принципите на STEM образованието.

2.1. Концепция за интелигентно училище

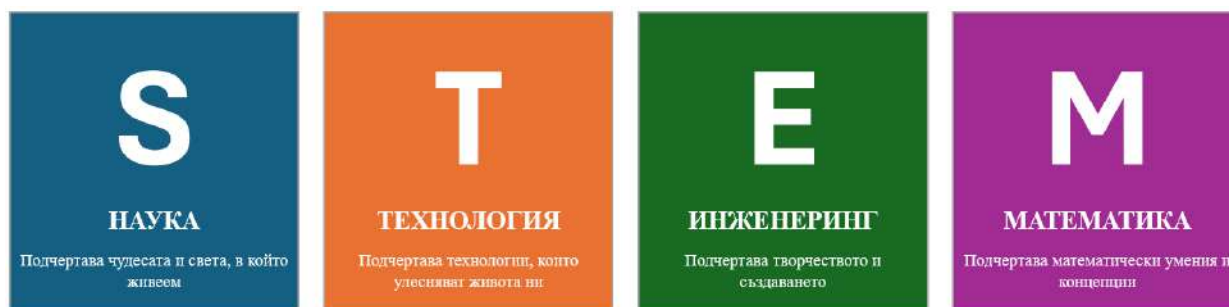
Според изследвания в България, концепцията за интелигентно училище включва идеи за дуално обучение, учене чрез действие и тясна връзка между семейството и детската градина/училище [Abrasheva, 2016; MON, 2013]. Целта е децата да придобиват теоретични знания и практически умения чрез разбиране на единството между предметите и социалните аспекти, като същевременно се запознават с различни професии.

Този подход, макар и иновативен, повдига въпроса дали професионалните дейности са подходящи за малки деца (6–7 г.) и изисква дейностите да бъдат съобразени с тяхното развитие, по-скоро игрови, отколкото строго професионални. Акцентът върху връзката със

семейството е от съществено значение, но изисква значителни усилия за обучение и подкрепа както на родители, така и на учители.

2.2. STEM образованието като ядро на интелигентното училище

Преходът от концепцията за интелигентно училище към STEM образованието (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) е естествен, тъй като и двете поставят акцент върху практическия опит и интегрираното обучение. STEM е философия, която подготвя учениците за предизвикателствата на 21-ви век, като развива критично мислене и способност за решаване на сложни проблеми. Както е показано на Фиг. 1, тази философия се основава на интеграцията на четири ключови дисциплини.



Фиг. 1. Философия на STEM [Abrasheva, 2016]

Тази философия подчертава необходимостта от междупредметна връзка и практическо приложение на знанията чрез решаване на реални проблеми от социалната и технологичната среда. Моделът е в основата на интелигентното училище, тъй като формира умения за критично мислене, креативност и колаборация – компетентности, които са ключови за функционирането на интелигентния град.

Решенията на много от най-належащите проблеми в света, от изменението на климата до кризите в здравеопазването, се крият именно в областта на STEM [Hawken, Nan, 2018; Abrasheva, 2016]. Това налага преосмисляне на традиционните образователни подходи и възприемане на иновативни педагогически методи [Albino et al., 2015; Dustdar et al., 2017].

3. Иновации в педагогиката в основата на STEM

Трансформацията в STEM образованието се основава на няколко иновативни педагогически подхода, които преместват фокуса от пасивно усвояване на знания към активно и практическо приложение. Те са:

- Проектно-ориентирано обучение (PBL): учениците работят по продължителни проекти, базирани на реални проблеми, което ги задължава да изследват, анализират и синтезират информация [MON, 2013; Loh et al., 2022]. Този метод насърчава по-дълбоко разбиране на STEM концепциите и развива умения за критично мислене. Предизвикателствата пред него включват нуждата от значително планиране и разработване на адекватни стратегии за оценяване.
- Обучение, базирано на запитвания (IBL): този подход насърчава учениците да задават въпроси, да изследват явления и сами да конструират своето разбиране за научните принципи [Miller, 2015; NRC, 2011]. IBL култивира дух на изследване и умения за наблюдение и анализ. Успешното му прилагане изисква учителите да действат като фасилитатори, които създават подкрепяща среда за изследване.

- Колаборативно учене: акцентира се върху важноста на работата в екип чрез групови проекти и интерактивни дискусии [Wells, 2019; Collis, 2019]. Този метод развива междуличностни и комуникационни умения, отразявайки практиките в реалния професионален свят. Предизвикателство тук е управлението на груповата динамика и осигуряването на равнопоставено участие.
- Иновативни методи за оценяване: традиционните стандартизирани тестове не успяват да уловят многопластовите умения, развити чрез иновативните подходи. Затова се предлагат алтернативни стратегии като портфолиа, презентации и оценявания, базирани на постижения, които предлагат по-комплексна гледна точка [Teerle, 2018]. Формиращото оценяване също е ключово, тъй като предоставя непрекъсната обратна връзка и позволява на учителите да адаптират инструкциите си в реално време [France, 2015].

4. Ролята на преподавателя и предизвикателствата пред STEM

Успехът на иновативните подходи към STEM образованието зависи изключително много от експертизата и адаптивността на преподавателите. Ето защо тяхното непрекъснато професионално развитие е от първостепенно значение.

4.1. Професионално подготвени преподаватели

Необходимо е непрекъснато професионално развитие, което да оборудва учителите с нужните знания и стратегии за прилагане на иновативните методи [Zepeda, 2019]. Програмите за обучение трябва да бъдат персонализирани, за да отговарят на разнообразния опит и нужди на преподавателите [Doorman, 2017]. Създаването на колаборативни образователни общности, където учителите споделят добри практики, е доказано ефективен модел [Antinluoma et al., 2021]. В литературата са описани няколко модела за непрекъснато обучение, които са се доказали като ефективни в STEM образованието и са дадени в Табл. 1 [Gaylor, 2017].

Таблица 1. Модели за непрекъснато обучение на учителите

Модел	Описание
Семинари и уъркшопи	Кратки, насочени семинари и уъркшопи предоставят на учителите фокусирано обучение по конкретни аспекти на иновативните педагогически подходи или новите технологии. Практическите дейности и колаборативните сесии позволяват на учителите да изпитат и практикуват методите, които прилагат в класната стая.
Онлайн курсове и уебинари	Уеб базираните платформи предлагат гъвкавост на преподавателите да се ангажират с професионално развитие с темпове, които са ефективни за тях самите. Онлайн курсовете и уебинарите предоставят достъп до глобална общност от преподаватели, улеснявайки обмена на знания и нетуъркинг.
Практически общности	Създаването на практически общности в училища или райони насърчава колаборативното учене и споделеното решаване на проблеми.

	Редовните срещи, дискусии и колаборативни проекти позволяват на учителите да учат от опита и експертността на другите
Изследвания в практиката	Поощряването на учителите да провеждат изследвания в класната стая насърчава основан на доказателства подход към професионалното развитие. Учителите могат да изследват влиянието на иновативните подходи върху ученическото обучение, правейки корекции въз основа на своите открития.

Табл. 1 обобщава различни подходи за професионално развитие на учители в STEM контекст. Тя демонстрира как практическите общности, семинарите и изследванията в практиката допринасят за по-висока ефективност на педагогическите иновации.

Добре обучените учители водят до повишен ангажимент на учениците и по-добри академични постижения.

4.2. Предизвикателства и бъдещи насоки

Бъдещето на STEM образованието е свързано с редица предизвикателства и възможности:

- Интеграция на нови технологии: технологии като виртуална (VR) и разширена реалност (AR) предлагат интерактивни преживявания [Wijaya et al., 2023]. Изкуственият интелект (AI) може да персонализира учебните процеси.
- Образователни политики: необходимо е законодателите да актуализират учебните планове, да осигурят финансиране и да насърчават партньорства между образователните институции и индустрията [Tas, 2023; Takeuchi et al., 2020].
- Включване и равнопоставеност: трябва да се положат усилия за премахване на различията в участието в STEM, свързани с пол, раса и социално-икономически статус.
- Екологична устойчивост и етика: учебните програми трябва да интегрират принципите на устойчивото развитие и да насърчават етичното мислене [Chidolue, Iqbal, 2023; Kim, 2023].

STEM образованието трябва да упълномощи учениците да станат осъзнати граждани и професионалисти, които допринасят за устойчиви иновации. С развитието на технологиите, етичните въпроси стават ключови в STEM областите. Бъдещите насоки в STEM образованието трябва категорично да акцентират върху моралното мислене, отговорната иновация и обществените последици от технологичните постижения.

5. Технологичната основа на интелигентното училище

За да функционира, моделът на интелигентното училище се нуждае от стабилна и интегрирана технологична инфраструктура. Тя се състои от няколко взаимосвързани компонента, които създават гъвкава и ефективна учебна среда. SWOT анализът в Табл. 2 обобщава предимствата и предизвикателствата пред основните технологии с потенциал в образованието.

Таблица 2. SWOT анализ на иновативните технологии с потенциал в образованието

Технология	Предимства	Предизвикателства
Интернет на Нещата (IoT)	Повишена ефективност на ресурсите, подобро здраве и безопасност, обогатен учебен процес.	Въпроси за сигурността на данните и личната неприкосновеност, високи начални разходи, необходимост от обучение на персонала.
Облачни услуги и данни	Гъвкавост, мащабируемост, достъпност, намалени разходи за инфраструктура. Анализът на данни подобрява вземането на решения.	Сигурност на данните, защита на личната неприкосновеност, необходимост от обучение на персонала.
Електронно обучение и виртуални класни стаи	Гъвкавост, достъпност и персонализация на учебния процес. Позволяват интерактивно и ангажиращо обучение.	Осигуряване на равен достъп до технологии, киберсигурност, обучение на учители и ученици.
Образователен софтуер и приложения	Персонализация на ученето, автоматизация на административни задачи, достъп до дигитални ресурси, улесняване на сътрудничеството.	Осигуряване на равен достъп, гарантиране сигурността на личните данни, нужда от добро обучение на учителите.

Табл. 2 представя сравнителен анализ на основните технологии (IoT, облачни услуги, електронно обучение и образователен софтуер). Анализът акцентира върху сигурността на данните и необходимостта от обучение на персонала. Тези резултати позволяват да се очертаят четири ключови технологични направления, които определят начина, по който училището функционира като интелигентна система:

- Интернет на нещата (IoT) и сензорни мрежи: тези технологии са гръбнакът за събиране на данни в реално време. Сензори за качество на въздуха, температура и осветление могат автоматично да регулират средата, подобрявайки комфорта и енергийната ефективност.
- Облачни услуги и данни: те предоставят мащабируеми платформи за съхранение и анализ на данни. Решения от типа Софтуер като услуга (SaaS), като системите за управление на обучението (LMS), позволяват работа от всяко място.
- Електронно обучение и виртуални класни стаи: тези подходи използват технологиите за създаване на гъвкава учебна среда. Платформи като Zoom и Microsoft Teams позволяват синхронно обучение в реално време.
- Образователен софтуер и приложения: специализирани приложения като Duolingo и Khan Academy предлагат интерактивни начини за учене, адаптирани към индивидуалните нужди.

6. Модел на концепцията за интелигентно образование

Представеният модел е резултат от авторски анализ и синтез на съществуващи концепции, адаптирани към българския образователен контекст. Той интегрира пет основни

компонента, които са в постоянна взаимовръзка, както е илюстрирано на Фиг. 2. Взаимодействието между тях създава синергия, която е ключова за успешното функциониране на интелигентното училище в интелигентния град.



Фиг. 2. Концептуален модел за интелигентно образование, разработен от автора

Моделът включва:

1. **Технологична инфраструктура:** това е основата, която включва облачни услуги, IoT, образователни технологии, е-обучение и софтуер. Тя осигурява инструментите за реализация на останалите компоненти.

2. **Образователни методологии:** фокусът е върху иновативни подходи като персонализирано учене, проектноориентирано обучение и интердисциплинарни проекти.

3. **Управление и организация:** ефективното управление се постига чрез системи за управление на училищата (SMS), които автоматизират административните процеси и анализ на данни за проследяване на академичния напредък.

4. **Социални аспекти:** този компонент гарантира, че училището е социално отговорно. Той включва осигуряване на равен достъп до образование и активно участие на общността.

5. **Устойчивост:** устойчивостта има две измерения:

- екологична: чрез енергийно ефективни технологии, „зелени сгради“ и намаляване на екологичния отпечатък;
- образователна: чрез интегриране на образование за устойчиво развитие в учебните програми, което възпитава екологична отговорност.

7. Стратегии за прилагане и адаптиране на модела

Внедряването на модела за интелигентно училище не е универсален процес. То изисква стратегически и гъвкав подход, съобразен с местния контекст.

7.1. Ключови стратегии за прилагане

- Оценка на местния контекст: анализ на съществуващата инфраструктура и на социалните и културни фактори.
- Инвестиции в инфраструктура и технологии: осигуряване на високоскоростен интернет, изграждане на сензорни мрежи и обновяване на сгради.
- Обучение и професионално развитие: обучение на учители и административен персонал за ефективно използване на новите технологии.
- Сътрудничество и партньорства: сътрудничество между училища, местни власти, технологични компании и изследователски организации.
- Включване на общността: ангажиране на родителите и местната общност за създаване на подкрепяща среда.
- Контрол и оценка на напредъка: постоянен мониторинг на резултатите за гъвкаво коригиране и подобряване на модела.

7.2 Адаптиране на модела

Моделът трябва да бъде адаптиран спрямо специфични фактори, които варират между различните градове. В Табл. 3 е представена оценка на възможностите за адаптиране спрямо различни условия.

Таблица 3. Оценка на възможността за адаптиране на модела в различни градове и условия

Фактор	Аспекти за оценка
Технологични възможности	Инфраструктурна готовност: наличие на високоскоростен интернет и ИКТ инфраструктура. Локална технологична поддръжка: наличие на местни технологични компании и експертиза.
Социални и културни аспекти	Образователни традиции: уважаване на местната култура и учебни методологии. Ангажираност на общността: готовност на родители, учители и ученици да приемат промените.
Икономически условия	Финансови ресурси: възможности за инвестиции и достъп до финансиране. Разходи за поддръжка: планиране на текущите разходи за поддръжка на системите и обучение.
Екологични условия	Въздействие върху околната среда: внедряване на зелени технологии и енергийно ефективни системи. Устойчивост на ресурсите: използване на възобновяеми енергийни източници.
Регулаторни изисквания	Съответствие с местните закони: спазване на закони за образование, технологии и защита на лични данни. Политическа подкрепа: ангажираност от местните власти.

Табл. 3 предлага систематизация на факторите, които влияят върху адаптивността на модела на интелигентно училище в различни градски и социално-икономически контексти. Тя служи като инструмент за планиране и вземане на решения.

8. STEM образованието в България: пример за добра практика

Предложеният модел не е само теоретична концепция. В България вече се предприемат значителни стъпки в тази посока, което нарежда страната ни сред иноваторите в прехода към дигитално и устойчиво образование.

Според официална информация на Министерството на образованието и науката, инвестициите по проект BG-RRP-1.015 „Училищна STEM среда“, финансиран по Националния план за възстановяване и устойчивост (НПВУ), възлизат на около половин милиард лева, като целта е изграждане на модерни STEM кабинети във всяко българско училище [MON-IA PO].

Допълнително, според специализираното издание „Аз-буки“, предвидените средства за националната STEM инфраструктура надхвърлят 576 млн. лв. с ДДС [Az-buki, 2023].

Въпреки този мащаб, анализ на Образование България (ОБР) показва значим спад в интереса към матури по STEM дисциплини – от 12 601 ученици през 2019 г. до 4 228 през 2022 г., което подчертава необходимостта от нови мотивационни и педагогически подходи [OBR Education, 2023].

Освен това, според доклада Education & Training Monitor 2024 делът на STEM завършилите в България е 19,3% (2022) при 26,6% средно за ЕС, а жените сред тези завършили са 36,1%, което показва устойчиви полови различия в STEM областите [European Commission, 2024].

В подкрепа на тази инициатива е създаден и Национален STEM Център към МОН, който координира процеса и обучава учители [NSTEMC]. Към него функционират и няколко регионални центъра (в София, Хисаря, с. Ястребино и Ковачевци). Лабораториите в тези центрове са разпределени в няколко основни направления, включително „Лаборатория за зелени технологии и устойчиво развитие“ (Фиг. 3).



Фиг. 3. Лабораторията за зелени технологии и устойчиво развитие [NSTEMC]

Фиг. 3 показва реален пример от българския контекст – STEM лаборатория. Тя визуализира приложението на концепцията за устойчиво развитие чрез изследвания на възобновяеми енергийни източници и екологични технологии.

Тези лаборатории позволяват на учениците да изследват възобновяеми енергийни източници, водородни технологии и методи за опазване на околната среда.

Този пример от България ясно показва, че предложеният модел за интелигентно училище е обоснован, реалистичен и иновативен, а неговата жизнеспособност се доказва чрез конкретни национални политики и инвестиции.

Заклучение

Настоящото изследване представя интегриран модел за интелигентно училище, който съчетава технологични иновации, социална отговорност и екологична устойчивост. Анализът на състоянието на интелигентните градове и образованието показва, че технологиите са мощен инструмент, но не и самоцел. Истинският успех се крие в балансирания подход, който поставя ученика в центъра и го подготвя за бъдеще, изискващо не само технически знания, а и критично мислене, креативност и умения за сътрудничество.

Примерът с развитието на STEM среда в България демонстрира, че страната ни има потенциала да бъде иноватор в прехода към дигитално и устойчиво образование. Пътят напред изисква продължаващи инвестиции, тясно сътрудничество между всички заинтересовани страни и най-вече – промяна в мисленето и педагогическите подходи.

Интелигентното училище не е просто сграда, пълна с технологии. То е динамична екосистема, която вдъхновява, ангажира и подготвя бъдещите поколения да бъдат активни и отговорни граждани в интелигентните градове на утрешния ден.

Въпреки че изследването се основава предимно на литературен преглед, то поставя солидна основа за бъдещи емпирични проучвания, които да оценят ефективността на предложените стратегии в реална среда.

ЛИТЕРАТУРА

- Abrasheva, L. G. M., 2016. Ideyata za „dualno“ pri 6–7-godishnite detsa – obrazovanie za inteligennten rastezh na obrazovanie [The idea of "dual" in 6-12 year olds - education for intelligent growth of education]. Sofia: Natsionalno izdatelstvo za obrazovanie i nauka Az-buki
- Albino, V., U. Berardi, R. M. Dangelico, 2015. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21.
- Antinluoma, M., L. Ilomaki, A. Toom, 2021. Practices Of Professional Learning Communities. *Frontiers in Education*, Vol. 6. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.617613>
- Az-buki, 2023, Vseki uchenik shte se obuchava v STEM tsentar [Every student will be trained in a STEAM center], Retrieved from: <https://press.azbuki.bg/news/novini-2023/broj-16-2023/kandidatstvaneto-za-stem-centrove-e-otkrito/>
- Chidolue, O., M. Iqbal, 2023. Design and Performance Analysis of an Oil Pump Powered by Solar for a Remote Site in Nigeria. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 7(1), 62–69. DOI:[10.24018/ejece.2023.7.1.496](https://doi.org/10.24018/ejece.2023.7.1.496)
- Collis, N., 2019. Understanding Stakeholders' Perspectives during a Pedagogical Cultural Transition to Science, Technology, Engineering, and Mathematics Project-based Learning. Northcentral University.

- Doorman, L. M., 2017. How to pursue inquiry-based mathematics teaching. In: C. Winslow (Eds.), *Practical Guide to Inquiry Based Mathematics Teaching*, 17–28.
- Dustdar, S., S. Nastic, O. Scekcic, 2017. *Smart Cities: The Internet of Things, People and Systems*. Springer.
- European Commission, 2024, Education and Training Monitor 2024, Education and Training Monitor 2024 – Bulgaria. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Retrieved from: <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor/bg/country-reports/bulgaria.html>
- France, T., 2015. Project-based Learning In a High School Engineering Program. 122nd ASEE Conference & Exposition, Paper ID 11491, p. 6.1266.1. Retrieved from: <https://peer.asee.org/project-based-learning-in-a-high-school-pre-engineering-program-findings-on-student-behavior-rtp-strand-3.pdf>
- Gaylor, K., 2017. *High School Science Teachers' Attitudes Toward, Beliefs About, and Implementation of Inquiry-Based Science Methods*. Mississippi College.
- Hawken, S., H. Han, 2018. Innovation And Identity In Next-generation Smart Cities. *Culture and Society*, 12, 1–4. DOI:[10.1016/j.ccs.2017.12.003](https://doi.org/10.1016/j.ccs.2017.12.003)
- Kim, A., 2023. *Restructuring Pedagogical Norms in STEM: Towards a Socially and Ethically Conscious Approach to Computer Science Higher Education*. Senior Theses, Projects, and Awards. 273. Retrieved from: <https://works.swarthmore.edu/theses/273>
- Loh, R. E. C., C. Psenka, J. Lewis, K. Y. Kim, K. Haapala, G. O. Kremer, 2022. Advances in Transformative STEM Learning: Converging Perspectives from Education, Social Sciences, Mathematics and Engineering. *Journal of Integrated Design and Process Science*, 1–22.
- Miller, R., 2015. Why Engineering Science Is No Longer Sufficient to Meet the Challenges of the 21st Century. Retrieved from: <https://richard-k-miller.com/wp-content/uploads/2021/10/Why-the-Hard-Science-of-Engineering-is-No-Longer-Enough-to-Meet-the-21st-Century-Challenges.pdf>
- MON, Ministerstvo na obrazovaniето i naukata [Ministry of Education and Science], 2013. Kontseptsiya za operativna programa „Nauka i obrazovanie za inteligentен rastezh 2014–2020“ [Concept for the Operational Programme "Science and Education for Smart Growth 2014–2020"]. Sofiya: MON.
- MON-IA PO, Ministerstvo na obrazovaniето i naukata – [Ministry of Education and Science - Executive Agency Education Programme]. Retrieved from: <https://sf.mon.bg/?go=news&p=detail&newsId=1492>.
- NRC, National Research Council, 2011. *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. National Academies Press.
- NSTEMC, National STEM Center at the Ministry of Education and Science. Retrieved from: <https://stem.mon.bg/project-methodology-and-stem-resources-description-2/>
- OBR Education, Analiz na danni ot maturi po STEM predmeti za period 2019–2022 g. [Analysis of data from STEAM subject matriculation exams for the period 2019–2022], 2023. Retrieved from: <https://obr.education/analiz-na-danni-ot-maturi-po-stem-predmeti-za-perioda-2019-2022-g/>
- Takeuchi, M., P. Sengupta, M. Shanahan, J. Adams, M. Hachem, 2020. Transdisciplinarity in STEM education: A critical review. *Studies in Science Education*, 56(2), 213–253. DOI:[10.1080/03057267.2020.1755802](https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755802)

- Tas, E., 2023. Data literacy education through university-industry collaboration. *Information and Learning Sciences*, 125(3). DOI:[10.1108/ILS-06-2023-0077](https://doi.org/10.1108/ILS-06-2023-0077)
- Teeple, J., 2018. A Philosophical Analysis of STEM Education. Dissertation. The Ohio State University.
- Wells, J., 2019. STEM Education: The Potential of Technology Education. Council on Technology and Engineering Teacher Education.
- Wijaya, T. T., M. A. AlGerafi, Y. Zhou, M. Oubibi, 2023. Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics*, 12(18), 3953. <https://doi.org/10.3390/electronics12183953>
- Zepeda, S., 2019. Professional Development. What Works. 3rd Edition. Routledge. 216 p.