

ИНТЕГРИРАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛЕН ПОДХОД STEM В СРЕДНОТО УЧИЛИЩЕ – ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА, ВЪЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВИ

Доц. д-р Нели Димитрова

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. В статията се представят исторически основания за навлизане на STEM подход в българското средно училище. Обобщени са умения и компетентности на учители и ученици за ефективно прилагане на STEM образователен подход. Проведено и анализирано е анкетно проучване на 36 учители по математика, информационни технологии и природни науки за техни виждания и нагласи по отношение на въвеждане на STEM подход в средното училище. Въз основа на получените резултати са предложени STEM теми за осъществяване на изследователски и изобретателски проекти, изведени са основни все още нерешени проблеми, възможни решения и перспективи за прилагане на този съвременен образователен подход.

Ключови думи: STEM образователен подход; STEM умения и компетентности на ученици и учители; изследователски и изобретателски STEM проекти

Въведение

Дисциплините STEM (в превод от английски език – природни науки, технологии, инженерство и математика) са от решаващо значение за изграждане на конкурентна и устойчива кариера на поколенията на бъдещето. Какво е необходимо за преодоляване на предизвикателството STEM? На първо място, да имаме ясна представа за профила на поколението на 21. век. Младите хора са изключително добре информирани, прагматични, адаптивни и с претенции относно мястото си в живота и стойността си. Днешното младо поколение е енергично, динамично и с неограничен достъп до информация. В училище при използване на традиционни технологии на обучение младият човек трябва да стои на едно място и пасивно да побира информация, до която той има реално достъп по всяко време. STEM ориентираното обучение е именно такова обучение, отговарящо на потребностите на съвременния ученик. Свързва се с конструктивистката

теория, при която има 5 етапа (5 E), които определят тенденциите в съвременното учене чрез активна дейност.

1. E – Engage – ангажират
2. E – Explore – изследват
3. E – Explain – обясняват
4. E – Elaborate – разработват
5. E – Evaluate – оценяват (Petrova, Boikova 2021, p. 18).

Включването на тези пет активности означава, че учениците се учат да правят проучвания, да анализират, синтезират, обобщават и сглобяват информация, за да я обясняват; да създават модели; да оценяват положителните и отрицателните страни на проучения проблем и да оценяват важността му, както и знанията, които са придобили. Не на последно място е ангажираността, която е свързана с интереса и мотивацията за осъществяване на учебната дейност. Друг автор и учен посочва, че основата, на която стъпва STEM обучението, е изследователският подход. Този подход е важен (Raykova 2019, pp. 44 – 46) за:

- формиране на устойчива мотивация за учене;
- използване на гъвкава среда, различна от училищната – библиотеки, интернет, лаборатории...;
- дисциплиниране на младите хора – формиране на умения за спазване на срокове;
- овладяване на социални, практически, дигитални умения и умения за използване на методи на научно познание;
- критично мислене – овладяване на умения от учениците да задават смислени въпроси;
- усвояване на знания чрез ученическа активност (дейностен подход);
- и като краен резултат формиране на умения за провеждане на научни изследвания.

Не на последно място, много образователни европейски системи се обръщат към STEM подхода, защото се откриват дефицити в настоящите и защото този образователен подход дава възможност за овладяване на значими метапредметни умения, наречени още 4К умения, като умения за сътрудничество (колаборация), комуникация, креативност и критично мислене.

Произход на концепцията за STEM образование

Както много съвременни образователни технологии, като образователното портфолио, проектно базираното обучение и произхода на концепцията за STEM обучение, не идват от образователните среди, а по-скоро имат политически, икономически и социални предпоставки. Аббревиатурата STEM се появява през 90-те година на миналия век, но някои отнасят раждането на самата идея към времето на индустриалната революция в САЩ – втората половина

на 19. век, и съответните промени в образователната система за обучение на агрономи и инженери¹. Друго важно събитие, което бележи развитието на концептуалните основания, е Втората световна война (1939 – 1945) и многото изобретения по време на войната, които предопределят хода ѝ. Това е причината науката, технологиите, инженерството и математиката да се развиват приоритетно в следвоенния период. Третото събитие с голямо отражение е изстрелването на „Спутник“ през 1957 г., което поставя начало на космическата надпревара и създаването една година по-късно на NASA – агенцията, която през последните 60 години спонсорира най-много образователни програми в областта на STEM¹. В днешно време в образователните системи на редица държави се осъществява световно движение за създаване на училища, фокусирани върху STEM, като различните държави избират свой фокус за прилагане на STEM образователен подход. Например Австралия, Китай, Англия, Корея, Тайван и САЩ разработват учебни програми K-12 STEM, които включват мултидисциплинарен аспект с педагогически принципи, базирани на проекти. Други държави, като Франция, Япония и Южна Африка, са се фокусирали върху неформални, извънучилищни STEM обучителни събития⁶.

Същност

Различават се различни виждания за същността на понятието STEM в образователен контекст, но в настоящата статия се придържахме към следната дефиниция: дидактически подход, който премахва традиционните бариери между четирите дисциплини и ги интегрира в реални, сериозни и релевантни учебни дейности, с възможност да се осъществява на различни равнища³. Постепенно в училище навлиза и една нова аббревиатура – STEAM – артс (изкуства), но някои автори коментират (Kotseva, Gaydarova 2019), че А може да се възприема като All, т.е. включването на всички останали дисциплини извън STEM, което, от една страна, дава голяма свобода за учителите, но и изисква много по-сериозна подготовка при планиране на теми и дейности в учебния процес с такава насоченост.

Принципи

Подходът STEM се основава на четири принципа².

1. Проектната форма на организацията на образователния процес, по време на която учениците се обединяват в групи за съвместно решаване на образователни проблеми.
2. Практическият характер на образователните задачи, резултатът от решението на които може да се използва за различни цели.
3. Интердисциплинарен характер на обучението: образователните задачи са проектирани по такъв начин, че за тяхното решаване е необходимо да се използват знанията по няколко дисциплини.

4. Покриване на дисциплини, които са ключови за обучението на инженер или специалист по приложни научни изследвания: предмети от природния научен цикъл (физика, химия, биология), съвременни технологии и инженерни дисциплини.

Какви трябва да бъдат компетентностите на STEM учителя?

Както във всяка професия, но особено в тези, които са социално значими като учителската, за висок професионализъм може да се говори за педагог, който притежава адекватни нагласи към професията и своето място в нея, овладял е (вкл. по самостоятелен път) професионално значими знания, умения и опит, което го е направило майстор в професията, а резултатите от нея са примери за върхови постижения, които той е готов да сподели с останалите и поради това е получил тяхното признание. В случая водещите детерминанти са устойчивостта на нагласите и мотивацията към дейността, както и практическата компетентност за успешно справяне с всички видове педагогически взаимодействия по време на STEM обучителни събития, измеримо с най-високите равнища на професионализма (Nikolaeva 2015). Такива компетентности са следните.

1. При предварителната подготовка на STEM обучителни събития:

а) за анализиране и избор на интегрални теми, в които STEM учителите да могат да виждат удивителното в „обикновеното“ – за тази цел освен проучване са необходими и партньорство и обсъждане с останалите учители, включени в STEM обучителните събития;

б) за планиране и организиране на STEM дейности в различни учебни среди;

в) за избор/създаване на ресурси за STEM обучението;

г) за оценяване на STEM учебни дейности;

д) дигитални умения.

2. При провеждане на STEM обучителни събития:

а) за представяне пред учениците на интегрални проблеми в достъпна за тях форма;

б) за управление на класа и учебната среда;

в) за въвеждане на учениците в проблема, така че неговото решение да става значимо за тях;

г) умения за координиране на дейността, партньорство, оказване на помощ само когато е необходимо;

д) търпеливост при грешките на учениците при търсене на решение, поощряване на критическото отношение към STEM дейностите;

е) умения за организиране на STEM дейност – при наблюдения, експерименти, а също така да се изискват междинни отчети или провеждане на дискусии, както и умения да се стига до края на изследването на STEM проблема;

ж) умения за стимулиране на идеи за подобряване на изследователската STEM дейност;

з) гъвкавост при съхраняване на високата мотивация и след решаване на проблема.

Важно е да се подчертае, че се променя структурата на обучителното събитие, тъй като се вплитат елементи от структурата на научното изследване, участниците могат да бъдат различни (двама учители, включени родители или специалисти, образователна среда). Има конкретен резултат или събитие – интелектуални конкурси, научно-практическа конференция, образователна драма, фестивали и др. Ако STEM обучението се провежда в общообразователна подготовка – задължителни учебни часове (ЗУЧ), или в друг тип подготовка – избираеми или факултативни учебни часове (ИУЧ или ФУЧ), то е възможно да се използва традиционна класно-урочна форма на обучение, като уроците са насочени към предоставяне на съдържание от страна на учителя и придобиване на предметни знания от учениците, с възможност за така наречените интегрирани уроци, провеждани от двама или повече учители едновременно и разглеждане на учебната тема от две или повече научни и практико-приложни гледни точки (съвместно преподаване). Други възможности са: обучение чрез експерименти; проектно базирано обучение; учене чрез изследване; съвместно обучение (учениците участват в общи интелектуални усилия заедно със свои връстници или със свои учители и връстници от други паралелки от същото училище, от други училища, държави); обучение на връстници; обръната класна стая и други. Когато учителите познават обучителните възможности на учениците си, би могло да се приложи и персонализирано обучение, както и диференцирано обучение, което изисква дейностите в клас да са разработени така, че да използват различни стилове на учене, способности и нива на подготвеност.

Предизвикателства и проблеми при реализиране на STEM образователен подход

– Ефективно ли ще се включи държавата при изработване на стратегии за STEM образование съобразно българските социални, културни и образователни особености?

– Каква ще е степента на постигане на научна, математическа и технологична грамотност, като се говори по-общо за STEM грамотност?

– Дали всяко от направленията да задава изрично собствени стандарти във всеки конкретен случай на интегрирано съдържание? Така се спазва равнопоставеността, докато стремейт е да се постигне една обща цел¹.

– Дали при осигурена учебна среда, която е планирана предварително по Националната програма „Изграждане на училищна STEM среда“ от 2020 година за всички средни училища, ще е необходим различен период за адаптиране и за ефективно използване на създадената училищна STEM среда?

– Колко често да се планира, организира и провежда STEM обучение в средното училище и как ще бъде нормативно обосновано?

– Каква е необходимата професионална подготовка на учителите – как да преподават по начини, по които самите те не са били обучавани? Дали имат достатъчно познания в съдържанието на съответните STEM дисциплини, което може да доведе до излизане от „зоната на комфорт“? И каква психологическа и дидактическа подкрепа са необходими за излизане от стереотипите на досегашните модели на преподаване?

– Как да се оценяват продуктите от учебната STEM дейност?

Перспективи и възможности

Пътят, който следват учителите при промяна на своята авторска методика за въвеждане на STEM подход, много пъти е свързан с търсене, криволичено, напипване на решения, обвързани с поставените цели, условия, виждания на учителите. Ако се погледне концептуално, то различните начини за интеграция на STEM подход могат да се представят като стълба, като се започне от дисциплинарно базирано преподаване в началото на стълбата и се стигне до пълна интеграция (трансдисциплинарно преподаване) на върха на стълбата. Стълбата е от 11 стъпала, като при първите 4 се акцентира повече на предметността, при следващите 6 центърът е интеграцията между няколко дисциплини, а на последното стъпало е интеграция, при която учащите са придобили умения сами да я реализират (Raycheva 2019). В наблюдавани практики на наши учители най-често се стига до стъпалото, при което двама учители съвместно провеждат обучение по тема, която се припокрива по отношение на съдържание от два учебни предмета. Налични са и такива практики, но все още малко на брой, които достигат до последно ниво на интеграция. Добра педагогическа възможност е въвеждането на STEM обучение, като избраната обща тема се изучава по отделните учебни предмети от гледните точки на съответните науки и след това в обобщението, при съответната подготовка, се осъществява като интегриран урок (съвместно преподаване) или се използват други форми на организация, като работилници с отделени работни станции, ателиета, тематични центрове и др.

Изследване на виждания на учители за въвеждане на STEM образователен подход

Анкетната карта съдържа 5 въпроса със структуриран отговор, като само при два от въпросите е възможен повече от един отговор. Целта на анкетното проучване е да се установи доколко изследваните учители – участници в курсове за продължаваща квалификация, познават теоретичните основи на STEM образователния подход, дали го прилагат вече в професионалната си дейност, какви трудности срещат или очакват да срещнат при въвеждането

му и какви са вижданията им за форми на организация и образователна среда при провеждане на STEM обучение. Проучването е осъществено през месец декември 2023 г. Участвалите в анкетното проучване 36 учители са с трудов стаж между 5 и 34 години, като 78% от тях (28 учители) работят в големи градове в България.

34 учители (94%) приемат, че познават теоретичните основи на STEM образователния подход, а двама (6%) не могат да преценят. 24 учители (67%) използват STEM образователен подход, а 12 (33%) все още не. Отговорите за избор на подходяща форма на организация на STEM обучение се подреждат по предпочитания по следния начин:

- проектно базирано обучение – 22 (61%);
- интегрирани уроци, провеждани от двама или повече учители едновременно, и разглеждане на учебната тема от две или повече научни и практико-приложни гледни точки (съвместно преподаване) – 18 (50%);
- обучение чрез експерименти – 13 (36%);
- учене чрез изследване – 12 (33%);
- обърната класна стая – 7 (19%);
- съвместно обучение (учениците участват в общи интелектуални усилия заедно с техните връстници или с техните учители и връстници от други паралелки от същото училище, от други училища, държави) – 6 (16%).

Сумата от процентите е повече от 100, тъй като са посочвани повече от една подходяща форма за STEM обучение.

На въпроса за най-подходящото разположение на работните места (чинове, маси) при STEM учебна дейност анкетираните учители са посочили като най-добър вариант модулно подреждане с отделни групи маси (острови), разпределени в работното пространство – 69% от отговорите. Останалите предпочитания се разпределят, както следва: амфитеатрално подреждане – 11%; тип „кръгла маса“ – 8%; „тристенната“ форма („кутия“, U или полукръг), като учителят седи в единия край на полукръга – 8%; в колони, тип „клас-автобус“, а бюрото (катедрата) на учителя е поставено срещу колоните чинове – 3%.

Посочените трудности за прилагане на STEM образователен подход надхвърлят сумата от 100%, тъй като почти всички учители са дали повече от един отговор. Данните са обобщени в следните категории трудности:

- липса на ясно регламентирани часове за STEM учебна дейност – 25 (69%);
- оценяване на STEM учебна дейност – 12 (33%);
- осигуряване на необходимите средства за STEM учебна дейност – 11 (30,5%);
- организация на образователната среда – 10 (28%);
- нежелание за включване на други колеги при подготовка и осъществяване на STEM обучение – 9 (25%);

- планиране и организиране на дейностите в STEM обучението – 7 (19%);
- избор на тема/теми – 2 (5,5%);
- претоварване на учителите при подготовката им за STEM обучение – 1 (3%).

Тенденциите, които се очертават на основата на събраните данни, показват желание и интерес към теоретичните основи на STEM образователния подход, две трети от анкетираните учители го използват и предпочитаните форми на организиране на STEM обучение са най-вече проектно базирано обучение и интегрирани уроци (съвместно преподаване). Отчетените трудности са сигнал за една по-засилена яснота и подкрепа в нормативната уредба, мотивация за включване и на други учители от даденото училище и ясно разписана методика (насоки) за прилагане на STEM образователен подход при осъществяване на обратната връзка (оценяване на процеса и крайните продукти от осъществяваните STEM дейности).

На база посочена като най-често използвана и предпочитана форма на организация за прилагане на STEM подход в настоящата статия се предлагат примерни теми за STEM учебни проекти, които са реализирани от учители в педагогическата им практика. Самите предложени теми според доминиращата учебна дейност са основно изследователски, при които се осъществяват проучвания, на основата на които се извеждат проблемите, издигат се хипотези и се осъществява проверката им чрез експерименти (опити), за да се стигне до определено решение. При този вид проекти основно са застъпени овладяване на умения за използване на методи на научно познание. Затова в изследователската дейност би следвало да се оценяват основно уменията за: анализ, обобщение и систематизиране на информация; за издигане на научни предположения (хипотези); за планиране и избор на методики за провеждане на изследването; за провеждане на проучването и проверка на хипотезата/ите; за създаване (моделиране) на задълбочени и конкретни описания и конструиране на решение/я на основата на проведеното проучване със съответната аргументация.

Вторият вид представени теми за STEM учебни проекти са изобретателски – при тях се залага отново на проучване, но с планиране на материални продукт/и, при създаването на които се изискват освен умения по природни науки и математика също и добри конструкторски, дигитални, технологични, комуникативни умения и творчество. Критериите за оценка на модели, макети, уреди и пособия са насочени към оценявани аспекти по отношение на планиране на изработването на продукта с описание на цел, дейности, време и подходящ избор на материали. На второ място се оценява наличие на схема, чертеж или друго за описание на продукта със съответната научна аргументация. Правилната конструкция, работещ и оригинален продукт е демонстрация за конструкторски, технологични умения и творчество. Комуникативните умения се демонстрират при защитата на крайния продукт.

Примери за теми за STEM учебни проекти в педагогически практики *Изследователски STEM учебни проекти*

Жилището на една обикновена дроб; финансов резултат на предприятието или как да се стартира собствен бизнес; ханойски кули; да си приготвим меню за здравословна закуска (обяд, вечеря); хранително меню за космонавти; вкусна математика; въздействие на флуорсъдържащи парникови газове върху изменението на климата; риби, които произвеждат електричество; огънят – приятел или враг; пият ли растенията вода, ако липсва коренова система, или за това как да си направим двуцветно цвете; сезоните в гатанки; изгубената енергия – предизвикателството да я „уловим“ чрез проучване; може ли водата да тече нагоре, или за движението на веществата в растителния организъм; сетива – нашите входове на информация; планиране и изготвяне на бюджет за мечтано семейно пътуване; проучване на лостовите в човешкото тяло (лостовите като инструменти); проучване на механичните часовници с кукувичка и тяхната точност за измерване на времето; огледалото вкъщи или какво огледало да сложим в коридора на жилището си, за да може да се оглеждаме в цял ръст; как да организираме научен форум за озона.

Изобретателски STEM учебни проекти

Как да създам първия си уеб сайт (статия) на тема „Пещерите в България“ (чистотата на води в родния край, исторически забележителности и др.); как да си направим саморъчен барометър за измерване на атмосферно налягане; да си направим компас; моето число – по групи направете дърво или къщичка на любимо число и накрая ги подредете в класната стая като улица на числата, избран спорт в 3D; разработване на уреди за гимнастически упражнения в Космоса; да конструираме автомобила на бъдещето; конструиране на соларни модели; изработване и наблюдение с очила за виртуална реалност; компютърна образователна игра „Кодирам пътешествие в Космоса“⁴⁴ и др.

Примерни продукти от STEM учебни проекти могат да бъдат: компютърни презентации; видеоклипове; сайтове; игри; постери; доклади; статии; брошури; модели; макети; есета; картини; бизнес план на фирма за STEM лаборатория; хранително меню; ученическо портфолио; сценарий за образователна драма; работи и други.

И не на последно място по важност е кой да оценява продуктите от STEM учебната дейност – само учителят; екип от учители; разпределение между оценка от учител/екип от учители, групово оценка на класа/групата, работила по проекта, и самооценка. Друг важен елемент при оценяването е доколко са се развили така наречените 4K умения (сътрудничество, комуникация, креативност и критично мислене). При по-големи ученици може да се предложи следният въпросник за оценка на участието на техни съученици в STEM дейността:

– Съученикът ми има предварителна подготовка за задачите, които ще се изпълняват.

- Съученикът ми разбира целта на настоящата STEM задача.
- Съученикът ми изпълнява възложената му роля в групите.
- Съученикът ми изслушва идеите на другите при обсъждането.
- Съученикът ми помага в изпълнението на задачите.
- Съученикът ми се ангажира през цялото време с изпълнение на задачата.
- Съученикът ми коментира дадените от другите в екипа предложения.
- Съученикът ми представя своите идеи и решения.
- Съученикът ми прави компромиси, когато се налага.
- Съученикът ми разбира крайното решение на задачата.

Заклучение

Въвеждането на STEM образователен подход дава възможност за повишаване на мотивацията за учене у учениците и техните учители, за кариерно ориентиране и развива значимите за бъдещия живот и реализация на младите хора социални, практически, дигитални умения, както и за подобряване на функционалната природо-математическа грамотност. От голямо значение пред предизвикателството STEM е да има устойчивост на общуване в педагогическите училищни екипи и в така наречените и все по-налагащи се педагогически общности за обмяна на практики. За тази цел от значение са предварителните проучвания и анализи, които се осъществяват в други държави и отговарят на въпроса до каква степен дейностите, предприети като голяма инициатива за институционална промяна, отразяват използването на множество стратегии, насочени към въздействие върху образователната система за въвеждане на STEM подход, съобразно националните ни образователни традиции и народопсихология. Изследванията показват⁶, че институционалните проекти прилагат широк спектър от стратегии за промяна, обхващащи цялото образователно пространство в основно четири категории. Категориите включват: подкрепа, подготовка на учители и осигуряване на материална STEM образователна среда; наблюдение и споделяне на практики с анализ и дискусии за подобряване; нормативно обезпечаване за реализиране на STEM подход; споделяне на практики с цел мотивация и създаване на смисъл на основата на практическата и теоретичната подготовка на участниците в STEM образованието.

БЕЛЕЖКИ

1. КОЦЕВА, И. 2020. Подходи и модели в STEM образованието. Сборник с доклади от 49-та Национална конференция по въпросите на обучението по физика: Физиката в STEM образованието в средните и във висшите училища, 2020, с. 6 – 13. (https://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/49NK_Dokladi.pdf [последно влизане 2023-11-21 г.]).

2. ПАХОМОВ, Ю. STEM- и STEAM-образование: от дошкольника до выпускника ВУЗа. (<https://pedsovet.org/article/stem-i-steam-obrazovanie-ot-doskolnika-do-vypusknika-vuza>) [последно влизане 2023-11-21 г.]
3. РАЙКОВА, Ж. 2019. Интегралният подход в обучението по физика и някои съвременни методи на обучение и оценяване, свързани с него. Сборник с доклади от 47-ата национална конференция по въпросите на обучението по физика: Интегрален подход в обучението по физика (https://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/Dokladi_47ConfPhysEdu_2019.pdf) [последно влизане 2023-11-21 г.]
4. СПАСОВА, А. Повишаване на мотивацията за учене по физика и астрономия чрез STEM подход. i продължаващо образование (<https://diuu.bg/etmag/13437/>) [последно влизане 2023-11-21 г.]
5. FEOLA, S., LEWIS, JE, MCALPIN et al., 2023. STEM education institutional change projects: examining enacted approaches through the lens of the Four Categories of Change Strategies Model. IJ STEM, vol. 10, no. 67. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00458-z> [Viewed 2023-12-28].
6. SLAVIT, D., NELSON, TH & LESSEIG, K., 2016. The teachers' role in developing, opening, and nurturing an inclusive STEM-focused school. IJ STEM, vol. 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0040-5> [Viewed 2023-12-28].

ЛИТЕРАТУРА

- КОЦЕВА, И. & ГАЙДАРОВА, М., 2019. Интегрирано STEM образование: състояние, предизвикателства и перспективи. *Стратегии на образователната и научната политика*, Т. XXVII, № 5, с. 476 – 478.
- НИКОЛАЕВА, С., 2015. Професионализация, професионализъм и иновации: три ключови стълба на майсторството в образованието. *Стратегии на образователната и научната политика*, Т. XXIII, № 5, с. 463 – 478.
- ПЕТРОВА, М. & БОЙКОВА, Ф., 2021. Методически решения за приложение STEM подход в обучението по български език и литература в гимназиален етап – VIII клас. *STEM стратегии в училище*. Пловдив: Паисий Хилендарски. ISBN 978-619-202-696-7.
- РАЙКОВА, Ж., 2019. *Съвременни тенденции в обучението по физика*. Пловдив: Паисий Хилендарски. ISBN 978-619-202-441-3.
- РАЙЧЕВА, Н., 2019. *Междупредметната интеграция в средното училище*. София: Св. Климент Охридски. ISBN 978-954-07-4679-1.

REFERENCES

- KOTSEVA, I. & GAYDAROVA, M., 2019. Integrirano STEM obrazovanie: sostoyanie, predizvikelstva i perspektivi. *Strategii na obrazovatelната i nauchната politika – Strategies of education and science policy*, vol. XXVII, no. 5, pp. 476 – 478 [in Bulgarian].

- NIKOLAEVA, S., 2015. Profesionalizacia, profesionalizam I inovacii: tri kluchovi stalba na maistorstvoto v obrazovanieto. *Strategii na obrazovatelna i nauchna politika – Strategies of education and science policy*, vol. XXIII, no. 5, pp. 463 – 478 [in Bulgarian].
- PETROVA, M. & BOYKOVA, F., 2021. Metodicheski reshenia za prilozhenie na STEM podhod v obuchenieto po balgarski ezik i literature v gimnazialen etap – VIII klas. *STEM strategii v uchilishte*. Plovdiv: Paisii Hilendarski [in Bulgarian]. ISBN 978-619-202-696-7.
- RAYCHEVA, N., 2019. *Mejdupredmetnata integracia v srednoto uchilishte*. Sofia: St. Kliment Ohridski [in Bulgarian]. ISBN 978-954-07-4679-1.
- RAYKOVA, J., 2019. *Savremenni tendencii v obuchenieto po fizika*. Plovdiv: Paisii Hilendarski [in Bulgarian]. ISBN 978-619-202-441-3.

INTEGRATING A STEM EDUCATIONAL APPROACH IN THE SECONDARY SCHOOL – CHALLENGES, OPPORTUNITIES AND PERSPECTIVES

Abstract. The article presents the historical reasons for the introduction of the STEM approach in the Bulgarian secondary school. Skills and competencies of teachers and students for the effective implementation of STEM educational approach are summarized. A survey of 36 Mathematics, Information Technology and Science teachers was conducted and analyzed for their views and attitudes regarding the introduction of the STEM approach in secondary school. Based on the obtained results, STEM topics are proposed for the implementation of research and invention projects. Major still unsolved problems, possible solutions and prospects for applying this modern educational approach are pointed out.

Keywords: STEM educational approach; STEM skills and competencies of students and teachers; research and invention STEM projects

✉ **Dr. Neli Dimitrova, Assoc. Prof.**

ORCID iD: 0000-0001-5245-7131

Department of Information and In-service Teachers' Training

Sofia University

Sofia, Bulgaria

E-mail: ndimitrova@diuu.uni-sofia.bg