

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА STE(A)M ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛНА СРЕДА (МЕЖДУНАРОДЕН ОПИТ)

**Вяра Н. Цветанова, Мирослав Терзийски, Мария Р. Младенова**

ул. Иван Михайлов 66, 2700 Благоевград, България  
[viara23@swu.bg](mailto:viara23@swu.bg), [miroslav.t@swu.bg](mailto:miroslav.t@swu.bg), [m.kamenichka@swu.bg](mailto:m.kamenichka@swu.bg)

*Резюме:* Подходът - STEM предполага организиране на образователна среда, отличаваща се с интердисциплинарен и интегриран подход към изследователската и проектна дейност на обучаващите се на всички нива – деца, ученици, студенти, лица, които се преквалифицират във века на дигитализацията. Подходът се характеризира с изисквания за творческо и критично мислене. Като съчетание от академични и професионални дисциплини в природни, технологични науки, инженерство и математика, но и изкуства, тази образователна концепция позволява обучение на специалисти с нов тип мислене, без които би било трудно развитието на иновативна икономика. Статията отразява част от международния опит при прилагането на STEM – подхода, предвид необходимостта от познаване на световната практика и възможността да бъде внедрена и у нас.

*Ключови думи:* STEM-технологии, наука, инженерство, изкуства, математика, цифрова грамотност

## IMPLEMENTING STE(A)M TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL ENVIRONMENTS (INTERNATIONAL EXPERIENCE)

**Vyara N. Tsvetanova, Miroslav Terziyski, Maria R. Mladenova**

66 Ivan Mihailov Str., 2700 Blagoevgrad, Bulgaria  
[viara23@swu.bg](mailto:viara23@swu.bg), [miroslav.t@swu.bg](mailto:miroslav.t@swu.bg), [m.kamenichka@swu.bg](mailto:m.kamenichka@swu.bg)

*Abstract:* The STEM approach implies the organization of an educational environment characterized by an interdisciplinary and integrated approach towards the research and project activities of learners at all levels - children, pupils, students, people re-qualifying in the age of digitalization. The approach is characterised by creative and critical thinking requirements. Having a combination of academic and professional disciplines in natural sciences, technological sciences, engineering and mathematics, but also arts, this educational concept allows training specialists with a new type of thinking, which would be difficult to develop an innovative economy without. The article reflects part of the international experience in the implementation of the STEM - approach, considering the need for knowledge of world practice and the possibility of its implementation in Bulgaria

*Keywords:* STEM-technology, science, engineering, arts, mathematics, digital literacy

Насърчаването на интереса, уменията и кариерата на младите българи по математика, наука, инженерство и технологии е отговор на световните тенденции за промени и адаптация на образованието и професионалното обучение. Ако искаме нашето общество да е в крак с времето, е наложително предоставяне на необходимия набор от инструменти на училищата за ангажиране на своите ученици, учители и други членове на общността в дейности, свързани с тези области на образованието.

Необходими са конкретни образователни концепции за индивидуално справяне с предизвикателствата, представени от дигитализацията. Това надхвърля увеличеното внедряване на компютри, таблети и/или смартфони в класната стая. Всъщност, уменията

и методите, които водят до креативно и гъвкаво преподаване и учене, са много по-важни. Добър вариант за това е STE(A)M.

STEM е образователна учебна програма, която съчетава наука, технология, инженерство и математика. Замислена е като цялостен подход: вместо да се преподава всеки предмет поотделно, преподавателите се стремят да включат някои или всички елементи на STEM във всеки проект. Съкращението STEM е въведено през 2001 г. от научни администратори в Националната научна фондация на САЩ (NSF).

STEAM (наука, технологии, инженерство, изкуства и математика) е образователен подход към ученето. Използва се за насочване на творчеството, решаване на проблеми и формиране на критично мислене. Крайните резултати допринасят за развитието и усъвършенстването на уменията на 21-ви век, като например знанието как да се вземат информирани решения, как да се определят рисковете и насърчават сътрудничеството и практичността.

*В този контекст е полезно да се познава опита на различни държави, показали напредък, значими успехи в изследването и практическото реализиране на STEM образованието, което отразява и целта на настоящия доклад.*

Проучването на международен опит при прилагането на практика на STEM/STEAM - подхода на различни образователни нива, сочи, че все повече изследователи в тази област, считат че може да се тълкува като универсален модел за висококачествена подготовка на ученици и студенти за професионална дейност, в унисон с изискванията на икономиката на Индустрия 4.0. [Морозова & Духанина, 2019: 555]. Същевременно, в световен мащаб се концептуализира, че в условията на съвременния свят, основната задача на правителствата ще бъде създаването на работни позиции, изискващи нови компетенции, различни от досегашните, както и бърза преквалификация на специалисти [Семенова, 2019:4].

В статията са представени тенденции и практики в Германия, САЩ, Африка, Русия. И въпреки, че идеята за приложение на STEM е относително нова, то тя се явява адекватен отговор на необходимостта от предметна колаборация и „размиването на границите между физическата, цифровата и биологическата сфери“ [4, 2019: 554].

Направено от нас проучване по отношение същността и спецификите на това образование показва, че в **Германия** съществува широк консенсус за STEM образованието. То се разглежда като основна част от създаването на професионални и лични възможности, от подготовката за активно участие в обществото и в развитието на икономиката. Специален акцент се поставя върху подобряване на квалификацията на преподаватели и специалисти, увеличаване на присъствието на жените в STEM професиите или подобряване на качеството и ефективността на STEM проектите.

В Германия се реализират впечатляващ брой STEM инициативи, отговарящи за широк спектър от свързани програми. Национален STEM форум (Nationales MINT Forum Deutschland - основан през 2012 г) се стреми да генерира по-голяма обществена и политическа осведоменост за тези инициативи и програми чрез разработване на препоръки и предложения за справяне с конкретни предизвикателства по цялата верига на STEM образованието. Форумът обединява над 30 големи, национално активни научни институции, фондации и асоциации, които работят съвместно за подобряване на образованието по цялата образователна верига в областта на науката, технологиите, инженерството и математиката (STEM, на немски: Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik - MINT).

Това включва образование на всички нива: ранно детство, учебно, професионално, академично и продължаващо или учене през целия живот. Основната цел на Националния STEM форум Германия е изработването на съвместни позиции и препоръки за образователна политика въз основа на перспективите, интересите и

специфичните въпроси, представени от неговите членове. Като национален глас на заинтересованите страни от STEM в Германия, форумът консолидира опита и експертизата на STEM гражданското общество в обща позиция. Този колективен глас дава на форума платформа за инициране на обществен дебат и за включване в конструктивен диалог с други заинтересовани страни, особено с тези от политическата сфера.

Форумът насърчава съвместните усилия в допълнение към индивидуалните инициативи на всеки член. Работните групи формират препоръки за образователната политика, общи стандарти за качество или съвместни проекти, отнасящи се до STEM образованието.

Обект на специално внимание е обучението на учителите. За целта се провеждат много дискусии. Осъществяват се различни подобрения по отношение на професионалната област и научната основа на обучението. Специални усилия се полагат в областта на така наречените MINT предмети – немският еквивалент на STEM, т.е. по математика, компютърни науки, природни науки и технологии.

Курсовете, предлагани в университетите за приложни науки, са по-ориентирани към приложението, докато курсовете в традиционните университети се фокусират върху фундаментални изследвания. В естествените науки обикновено се предлага бакалавър с един предмет: студентите се концентрират само върху един предмет. Тези, които искат да преподават биология или математика в немско училище на по-късен етап, трябва да изучават поне два преподавани предмета паралелно. Това е възможно и в комбинация с предмет от хуманитарните или социалните науки.

Много университети комбинират курсове по естествени науки с техническо съдържание или компютърни науки. Има и все по - голям брой специалности като биохимия, бизнес физика, химия на околната среда и геоинформатика, които комбинират няколко дисциплини. Това не прави избора на курс по - лесен. В немските университети има повече от 2900 курса по предметни групи по естествени науки и математика. Способността за абстрактно мислене и аналитични умения са важни за студентите, за да могат да се справят успешно. Тези умения са толкова важни, колкото и предпоставки като любопитство и солидни познания по математика. Меките умения обаче също не трябва да се подценяват: идеята, че учените работят само в лаборатории, е далеч от реалността. Учените работят в интердисциплинарни екипи, често на позиции на интерфейса между две дисциплини. Затова е важно да могат да мислят в сложни, интердисциплинарни структури.

Робототехниката, 3D печатът, нанотехнологиите, генетичните технологии, биотехнологиите, мобилният интернет и ИТ са сред най-важните професионални области на бъдещето. Съществуват дори полета, които предстои да бъдат назовани. Какво означава това за образованието и професионалното обучение? Какви методи на преподаване и учене ще са необходими? Такива въпроси, свързани с образованието, възникват всеки ден в Германия: в класните стаи, в научните изследвания, в правителството. Целта е да се оформят образователните политики и практики за STEM, които насърчават икономическия растеж, възможностите и благосъстоянието на всички.

Планът за действие MINT на федералното правителство е насочен към насърчаване на повече деца и млади хора да се включат в научни експерименти, повече млади хора да се заинтересуват от технически и научни предмети. Включва засилване мерките и ангажираността на германското правителство в четири области със следните цели:

- насърчаване на образованието на MINT за деца и млади хора;
- противодействие на недостига на квалифицирани работници в професиите на MINT;

- увеличаване на възможностите, отворени за момичета и жени в професиите на MINT;

- демонстриране пред обществото на голямото значение на MINT.

Идеята е всеки млад човек да може да избере професия, съобразена с талантите си. За да направят това, младите хора трябва да могат истински да изследват своите способности и предпочитания и да вземат правилното решение за своето бъдеще.

Приложението на STEM/STEAM в САЩ, показва активности на добро концептуално ниво, като административно-управленски решения и в оперативен план. Показателни са редица примери, които заявяват подхода като пределно иновативен и позволяващ свързване на дисциплини, практически знания и умения и същевременно възникване на интерес в обучаваните лица.

В гимназия Twigg Science Next Gen например, учениците се запознават с широк спектър от професионални роли в областта на STEAM чрез изследвания, базирани на феномени. Професионалистите от реалния свят на STEAM вдъхновяват и мотивират подрастващите, като им помагат да откриват нови явления и да се справят с предизвикателствата на инженерния дизайн. Стремешът на специалистите е да покажат възникването и развитието на феномените чрез мултимодални изследователски преживявания, имитиращи реални научни, инженерни постижения и свързани с тях професионални кариери [17].

STEM center USA, базиран в Кеърмонт, Калифорния, е ориентиран да демонстрира на децата основното разбиране за това „как работят нещата“, което е жизненоважно в свят, зависим от технологиите. Обучението е фокусирано върху вярването, че ученето може да бъде забавно. Стремешът е осигуряване на следващото поколение на умения за живот, за формиране на критично мислене и творчески поглед върху проблемите, пробуждане на изследователски дух [16].

Подход, който се прилага в STEM център в Калифорния, е така нареченото „ръководено откриване“, чрез което се набляга на практическото, експериментално обучение в извън учебно време за ученици от различни възрасти [18].

Днес технологиите дотолкова ускоряват ежедневието на обществото, че често много хора трудно успяват да бъдат „в крак“ с подобни темпове. Ролята на семейството тук е съществена, защото в решенията си относно бъдещето на децата и във връзка с образованието, се налага да бъде включено и използването на ресурсите, като програми, креативни центрове, училища, музеи, лагери, които наблягат на STEAM. В САЩ функционират огромен брой такива.

Иновационният център на Академията на Атланта [11] издига обучението през 21-ви век на следващо ниво, като предоставя инструменти, пространство и възможност на учениците да откриват, да решават проблеми, да създават прототипи и да си сътрудничат, докато реализират идеите си. Центърът е смесица от изкуство, инженерство, творчество и анализи, така че всеки ученик да има възможност да се усъвършенства.

В началните класове на Международното училище в Атланта [12], учебната програма запознава учениците с компютърните науки, информационните технологии и цифровата грамотност чрез проучвания в класната стая. Акцентът е върху социалното предприемачество и избираемите дисциплини в областта на компютърните науки, с възможност за получаване на професионален сертификат и продължаване на обучението в 11-ти и 12-ти клас с двугодишен курс по компютърни науки.

Летни програми за деца, каквато е „Лагер на изобретенията“, чрез STEM – подхода, насочва към иновативно мислене и задълбочено, практически ориентирано творческо решаване на проблеми. Лагерите [15] от своя страна им позволяват да разберат как науката се прилага в реалния свят. Възможностите включват експерименти и проекти в

областта на създаването на видеоигри, роботика, ветеринарни науки, разследване на местопрестъпления, палеонтология, инженерство, космос, биология, химия, океанография, LEGO - роботика, медицина, програмиране, триизмерното принтиране, устройство и еправление на дроне и др.

В музеи, в чиято дейност е включен и STEAM, предлагат възможност на децата да усъвършенстват наученото в училище, докато са на посещение, чрез детски състезания, арт-студия и лаборатории за конструиране. В Музея на децата в Атланта, постоянните експозиции включват "Стъпка напред към науката", представяща функционирането на човешкото тяло, чудото на светлината и технологията на роботите, а "Инструменти за решения" представя обикновени машини за строителство в „Къщата на конструктора“.

Опитът на детските градини в САЩ [20], които са приветствали идеята за иновативната концепция, показва че предлагането на програми за предучилищни групи, които се фокусират върху наука, технологии, математика, музика, инженерство, реално отговорят на очакванията и потребностите на съвременните семейства, особено що касае проекциите им за бъдещето на собствените им деца.

STEM е един от най-важните елементи за творческо разработване на решенията и иновациите, от които се нуждаят хората в редица области, свързани с поддържането на живота като цяло - здравеопазване, производство, инфраструктура, околна среда и др. Интересен е и преходът към STEAM (добавяне на изкуства и хуманитарни науки), с помощта на който постепенно се разширяват начините за познание и учене. Пример за прехвърляне на традиционните граници на иновативната концепция е STEAMLabs Africa, което е социално предприятие, с цел информиране, овластяване и вдъхновяване на учениците, учителите и общностите в **Африка**. Прилагането на STEAM – образованието на континента сред ученици на възраст от 4 до 18 години, е свързано с провокиране на младите умове към творчество и любопитство. Стриктната учебна програма е фокусирана върху три основни момента: идентифициране на проблема, използване на подход, ориентиран към човека за решаване на проблеми, и използване на технологиите като средство за разработване на решения. Програмата на STEAMLabs прилага интегриран подход към ученето и преподаването, който изисква целенасочена връзка между изучаването на учебната програма, целите, стандартите, оценките, разработването/прилагането на урока и уменията за учене през 21-ви век. При нейното изучаване се използва съдържание от областта на математиката, природните науки, инженерството, изкуствата и технологиите за решаване на ситуации от реалния свят, с помощта на практически учебни дейности и творческо проектиране.

**Руската федерация**, в сътрудничество с държави – партньори вече две десетилетия активно работи по проекти, свързани с дигиталната промяна на образователната система на страната. Целта е създаване на образователни ресурси и технически възможности, спомагащи за равнопоставеност в обществото по отношение достъпа до качествено образование на всички.

През 2014г., президентът на Руската федерация Владимир Путин обявява необходимостта да бъде издигнато на международно ниво инженерното образование в страната. Година по-късно е подписан и указ за основаване на Национален център за развитие на технологиите и роботиката [5, 2017].

Работата по проекти, касаещи промяна във философията на образованието като цяло, води до създаването на множество проекти в Русия, както на национално, така и на местно ниво. Изграждането на дигитална образователна среда в училища, в университети, при допълнителното професионално образование, е в основата на проект „Образование“, осъществяван на държавно ниво. „Стамфорд“ е също сред проектите, оформящи STEM-образователната среда в Русия, в която различни субекти - образователни организации, производствени компании, научни лаборатории, центрове

за техническо творчество, научни музеи, които позволяват на младите хора да опитат различни професии и да опознаят света на високите технологии. Счита се, че една от световните тенденции в развитието на образованието, към която се придържа и Русия, е съчетаване на предметни и метапредметни знания, което позволява на детето да бъде успешно и съответно търсено като специалист в бъдеще [2].

В Руската федерация с ускорени темпове се разкриват Центрове за техническа поддръжка на образованието (ЦТПО), чрез които се решават в известна степен проблемите с привличането на студенти към инженерство и роботика. Активно се включват и работни компании, което спомага за реализиране на проекти за предметно-ориентирано обучение за деца и младежи. [1, 2018:325]. Същевременно се отчитат се и световните тенденции в STEAM-образованието, защото при проучвания на чуждия опит от страна на руски изследователи, се констатира, че учениците и студентите освен че повишават академичните си постижения, имат и по-високо самочувствие, забелязва се и личен творчески подем, като резултат от внедряване на STEAM-подхода.

Анисимова, 2018 посочва, че добър образец в педагогическа практика на Русия за STEAM – образование е например обучението на учениците по предмета „Технология“. „Целта на този предмет е формирането на представи за компонентите на техносферата, съвременното производство и използваните технологии в тази сфера“ [1, 2018:325-326]. Така, от една страна учениците се ориентират професионално, а от друга се използва материал от множество основни и приложни науки, което спомага за развитие на творчески, научно-изследователски, проектантски умения на обучаваните.

Базирайки се прилагането на STEM/STEAM-подхода в образователното пространство, все повече специалисти смятат, че използването му трябва да започне в предучилищна възраст. Още повече, че както държавните образователни стандарти в Руската федерация, така и тези в други страни, налагат пред педагозите задачата да формират познавателни интереси у деца. Това позволява детето да бъде активен субект в избора си на съдържание на обучението [3]. Същевременно надежди се възлагат и на допълнителното/продължаващото образование, като възможност в тази посока, т.е. чрез него да се отговори по-бързо на нарастващите обществени нужди в областта на технологиите, иновациите, икономиката.

В Русия, към STEM практиките за продължаващо образование включват: Домове за научна колаборация - ДНК; STEM центрове Intel; Детски образователни технопаркове и кванториуми [7, 2020:12]. Домовете за научно сътрудничество (ДНК) са центрове към университети в страната в рамките на националния проект „Образование“, като обучението е безплатно в тези центрове. Децата, посещаващи ги, имат възможност да работят директно със студенти, специализанти и преподаватели, което ги поставя в отношения на научно сътрудничество и решаване на научни проблеми. Паралелно с това, се пробужда и интерес у учениците към задълбочаване в научни области, които очертават бъдещия им академичен и професионален път. Вниманието заслужава факта, че успешно преминалите през ДНК-центровете, са с приоритет при прием във висше училище.

Обучението технопарковете/кванториумите, „се провежда в перспективни научно-технически области: индустриален дизайн, космос, биотехнологии, невронаука, нанотехнологии, енергетика, IT, VR/AR,, [7, 2020:13]. и др., като се реализират проектно-ориентирани образователни програми, адекватни на стратегиите за иновативно развитие на световната и руската икономика. От своя страна функционирането на STEM центрове Intel в Русия, които са част от международен проект, действащ на територията на страната близо десетилетие, спомага за внедряването на STEM/STEAM образователната философия във федерацията. Пример за това са разкритите над 220 такива в 40 региона в Русия през 2019г., включително обучени хиляди ученици в гимназиален етап.

Научното поле в Русия отразява идеята за необходимостта не единствено да бъде „стимулирано развитието на информационните и комуникационни технологии, но и да се разработят цялостни програми за адаптация към цифровата икономика“, защото е от съществена важност „образователният модел от краткосрочен, „ориентиран към потребителите“ да се трансформира в „инвестиционен“, като основен критерий да стане бъде възпроизвеждането и привличането на човешкия капитал“ [6, 2019:10-11].

В обобщение – ясно е, че присъщи компетенции в образователните системи на близкото бъдеще, трябва да станат дигиталната грамотност и технологичното мислене, съчетано с творческо виждане за решения на проблеми в множество сфери на дейност. Както и – основите на тези компетенции е важно да се залагат още в предучилищното обучение, постепенно да се надгражда и в рамките на университетските планове и програми да се акцентира върху обучението на специалисти, добре боравещи с различни технологии и имащи иновативно мислене. Този подход се дефинира и като възможно „най-безболезнен“ преход към цифровата икономика на човечеството. В същото време, изследователи на процеса смятат, че все още моделът на руския трудов пазар трудно се поддава на процесите по цифровизация, така както е заложено според националните планове на правителството [6, 2019:10-11]. Защото съществуват освен институционални ограничения и технологични препятствия, но и трудна податливост на обществото за скоростно овладяване на нови знания, умения, технологии. Очертава се дори и евентуално възникване на феноменът „икономика на невежеството“, разбирана като разминаване в очакванията, изискванията, желанието и възможностите на социума спрямо новите държавни изисквания за образованието, т.е. невъзможността на хората за са в темп с ускорената модернизация на отраслите, въпреки нуждата от нови професии. Паралелно с това застава и необходимостта от развитие на комуникационна и информационна инфраструктура, която да позволи увеличаване на заетостта в различни икономически сектори. Факт е, че все повече се говори за т.нар. „криза на гении за високотехнологични компании“, а според изследване на университета в Джорджтаун от 2014г., необходимият брой STEM – образователни специалисти за 2018г. е бил над 8 милиона души [7, 2020:6].

Внедряването на концепцията за STEM-образованието у нас, по примера на останалите държави, е възможност за преодоляване на кризите в икономически, но и в социален план – т.е. открива се поле за актуализация на отделната личност, респективно на отделните общности в глобален план. Активното съдействие на бизнес-средите в национален и международен аспект, би спомогнало за продуциране на „специалисти на бъдещето“. Изграждането на STEM центрове, форуми, дори училища, не е немислим проект, по-скоро това показва сериозния интерес за професионалисти, преминали именно през обучение в STEM образователната система.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Анисимова Т. И. (2018). STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0 / Т. И. Анисимова, О. В. Шатунова, Ф. М. Сабинова//Научный диалог, 11. с. 322-332.-DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11-322-332. [http://www.kp-plant.ru/upload\\_data/2019/322-332\\_Anisimova\\_ND\\_2018\\_11.pdf](http://www.kp-plant.ru/upload_data/2019/322-332_Anisimova_ND_2018_11.pdf)
2. Вальдман, И.А., Проект „Стемфорд“ STEM-образование в цифровом формате, «Образовательная политика» <https://edpolicy.ru/stem-education>
3. Зубенко Н. Ю., Е. И. Сухова. (2018). ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ STEM-МОДУЛЯ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ» ДЛЯ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ». [zubenko-sukhova.pdf](http://zubenko-sukhova.pdf) ([dom-hors.ru](http://dom-hors.ru))
4. Морозова, О. В., Е.С.Духанина. (2019). STEAM-технологии в дополнительном образовании детей. Баландинские чтения – 2019 - Т. XI. НОЦ НГУАДИ (Новосибирск).

- [https://nsuada.ru/nauka/konferentsii/balandinskiechteniya/xiv/84\\_Morozova\\_Dukhanina.pdf](https://nsuada.ru/nauka/konferentsii/balandinskiechteniya/xiv/84_Morozova_Dukhanina.pdf)
5. Репин А.О. (2017). АКТУАЛЬНОСТЬ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ КАК ПРИОРИТЕТНОГО НАПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ. Научная идея, 1 (1). ДИТИ – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Россия, Дмитровград. <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-stem-obrazovaniya-v-rossii-kak-prioritetnogo-napravleniya-gosudarstvennoy-politiki/viewer>
  6. Семенова, Р., С. Земцов, П. Полякова. (2019). STEAM-образование и занятость в информационных технологиях как факторы адаптации к цифровой трансформации экономики в регионах России. Иновации №11(253). (PDF) [STEAM-образование и информационные технологии как инструменты адаптации к цифровой трансформации экономики в России \(researchgate.net\)](https://www.researchgate.net/publication/354111111)
  7. Шипулина Е. Р. (2020). Формирование профессиональных компетенций будущих учителей на основе курса «STEM-технологии в образовании».
  8. <http://elar.uspu.ru/bitstream/uspu/14624/2/Shipulina2.pdf>
  9. Arbeitsgruppe Qualitätssicherung/ Evaluation des Nationalen MINT Forums (Hrsg.) (2013) Leitfaden 1.0 für die Qualitätssicherung von MINT-Initiativen, Berlin
  10. A STEM Summer Camp Program for Grades K-6 That Turns Curious Kids Into Innovative Thinkers <https://www.invent.org/programs/camp-invention>
  11. Atlanta Academy – STEM. <https://www.atlantaparent.com/directory/39800/atlanta-academy-2/>
  12. Atlanta International School. [Atlanta International School \(atlantaparent.com\)](https://www.atlantaparent.com/school/atlanta-international-school/)
  13. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2019) Mit MINT in die Zukunft! Der MINT-Aktionsplan des BMBF, Berlin
  14. Children’s Museum of Atlanta [https://www.softplay.com/case-studies/childrens-museum-of-atlanta/?gclid=EAIaIQobChMIqYvr4ZzZ9AIVirt3Ch3\\_LgtfEAAAYAiAAEgI\\_pfD\\_BwE](https://www.softplay.com/case-studies/childrens-museum-of-atlanta/?gclid=EAIaIQobChMIqYvr4ZzZ9AIVirt3Ch3_LgtfEAAAYAiAAEgI_pfD_BwE)
  15. Club SciKidz <https://richmond.clubscikidz.com/programs/>
  16. Inspiring the next generation of STEM leaders. <https://www.stemcenterusa.com/>
  17. INSPIRE THE NEXT GENERATION OF STEAM PROFESSIONALS WITH REAL-WORLD PHENOMENA. <https://www.twigscience.com/middle-school/>
  18. Stem Center <https://www.sharktankblog.com/business/stem-center/>
  19. STEAMLabs Africa . <https://www.steamlabsafrica.com/>
  20. The Clarian Academy <https://theclarianacademy.com/our-school>