ПЪТНА КАРТА ЗА РАЗВИТИЕ НА УСТОЙЧИВА STEAM СРЕДА В МГ – ВАРНА

Елеонора Стефанова Павлова, Галина Димитрова Момчева
МГ „Д-р Петър Берон“, Варна

ROADMAP FOR THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE STEAM ENVIRONMENT AT MATH SCHOOL – VARNA

Eleonora Stefanova Pavlova, Galina Dimitrova Momcheva
High School of Mathematics „Dr Petar Beron“, Varna

Abstract: The aim of this article is to analyse existing STEM practices at High School of Mathematics-Varna and international practices in the area and current technological and social trends and to try to synthesize a roadmap for sustainable development of STEAM practices. The roadmap given examines milestones, indicators of success and assessment of progress, current status and perspective for the development of sustainable STEAM infrastructure, available and future partnerships with institutions, organizations and associations. It is extremely important to achieve a sustainable STEAM environment to pay attention to the qualifications of teachers and their motivation to participate in STEAM activities.

Keywords*: STEAM, AI-STEAM, competenties, PD (professional development), road map*

Въведение

Безспорна е актуалността на темите и практиките STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), първовъзникнала след анализ на потребността от кадри с такъв профил в перспектива [1]. Налични са вече множество международни STEM общности (https://www.stemcoalition.eu) и инициативи, в които желаещи обучители могат да членуват самостоятелно и да обменят ефективно практики. Настоящата статия е с акцент върху стратегически инструменти за създаване на устойчива STEAM среда в Математическа гимназия – Варна (МГ – Варна). Това означава, че успешните практики не са зависими от участието на конкретни (и малко на брой) учители, а независимо от състава на педагогическия колектив добрите практики в областта на STEAM да се реализир ат успешно с повече ученици и учители (да се скалират), да стават по-задълбочени и да отговарят на потребностите и интересите на учениците да си осигурят опит, знания, отношение и артефакти, с които да им дават възможност да заемат изследователски позиции (вкл. кариера в бизнеса), а също и да доказват своето участие в изследователска практика (чрез портфолио от проекти, сертификати и публикации), което е и изискване за прием на много от изследователските университети по света.

Трябва да обърнем внимание и на актуалността от развитието на разглежданата тема от възможностите за финансиране на STEM/STEAM центрове в българските училища, както и предизвикателствата на ИИ (изкуствен интелект) към утвърдени стереотипи и практики, вкл. изискванията на МОН, които също гъвкаво трябва да се адаптират. В настоящата публикация се разглеждат детайли от STEAM средата и съобразно условията, възможностите и перспективите, международни практики, изследвания и препоръки, се представят визуализация на стратегически документ „Пътна карта за развитието на устойчива STEAM среда в МГ – Варна“.

STEAM СРЕДА в МГ – ВАРНА

Под STEAM среда в настоящата публикация ще разбираме съвкупността от компонентите: инфраструктура (зали, лаборатории, хардуер и софтуер); практики (учебни и изследователски); учители (компетентни, активни и мотивирани); партньори (изследователски звена, бизнес, изследователи, алумни); потребности и възможности на учениците, а също и взаимодействието и взаимното влияние на тези активи (компоненти) и техното добро управление.

Описание на вече наличната инфраструктура

Основен приоритет в стратегията за развитие на МГ „Д-р Петър Берон“ е осигуряването на качествено образование, съответстващо на съвременните социално-икономически процеси и изграждане на компетентности, необходими за успешна личностна и професионална реализация. За да постигне на целта в гимназията се работи в посока на:

Създаване на система за ефективно управление на качеството на учебния процес:
- чрез определяне на критерии за анализ на постигнатите резултати;
- набелязване на мерки за преодоляване на откритите слабости;
- създаване на банка със споделени образователни ресурси ;
- анализ на тенденциите в развитието на образованието ;
- разработване и прилагане на ефективни образователни модели;
- мониторинг, описване и анализ на прилаганите практики за обучение;
- разработване на стратегия за технологиите в училището и технологичен план;
- подобряване и осъвременяване на наличния хардуер и софтуер;
- дигитализиране и оптимизиране на административните процеси.

Поставен е акцент върху проектно базираното обучение, изследователския подход и интердисциплинарните уроци, повишаващи функционалната грамотност и мотивацията на учениците; развитие на инициативност и предприемчивост и развитие на дейности в най-перспективните направления на науката, свързани със STEM (математиката, компютърните, инженерните и природните науки).

Осигуряване на условия за развитие на таланта на учениците в различни форми на извънкласни дейности и в различни културно-образователни области

Изградената в МГ „Д-р Петър Берон“ STEM среда осигурява възможност за реализиране на STEM дейности и подкрепя педагогическите специалисти в реализирането на техните усилия за развитие и реализиране на концепцията за иновативно училище и за пълноценното разгръщане на потенциала на учениците (и учителите).

Към настоящият момент гимназията вече разполага със следната инфраструктура:
- Център по природни науки, изграден по проект, разработен от учители и ученици на гимназията по програма на Фондация „Америка за България“ и изграден със средства от програмата. Състои се от кабинети по биология, физика, химия и математика, оборудвани с интерактивни дисплеи, компютърна техника, макети и необходимите уреди и материали за лабораторна работа.
- Дигитална класна стая – изградена по проект на ученици от МГ „Д-р Петър Берон“ и финансирана след спечелен конкурс на Теленор за съвременна класна стая. Оборудвана е с интерактивен дисплей и 6 интерактивни маси с общо 12 работни места. Капацитетът на залата е 80 места. Дигиталната класна стая е предпочитано място за реализиране на интердисциплинарни уроци и представяне на иновативни практики.
- STEM център за технологии в креативните индустрии, изграден по програма на МОН „Изграждане на училищна STEM среда“. Програмата бе насочена към създаването на интегрирана съвкупност от специално създадени и оборудвани учебни пространства с цел развитие на иновации в областта на природните науки, дигиталните технологии, инженерното мислене и математика (STEM).

МГ реализира своя проект в самостоятелна триетажна сграда в двора на училището, в която се провеждат извънкласни дейности и часове по информатика и ИТ. Проектът включваше редизайн на пространството, ремонт и подмяна на подовите настилки, мебелировка и оборудване на помещенията за осъществяване на дейности с високи технологии. Съществуващият на ниво 1 компютърен кабинет преобразихме в работилница за роботи. Прилежащото складово помещение е творческа лаборатория за изобретатели с 3D модели, оборудвана с 3D принтери и 3D скенер. На следващото ниво е изградено раздвижено пространство за симулации, обработка на данни, компютърни игри, компютърна графика, VR, AR, AI, планиране и обсъждане. На ниво 3 са разположени видео студио, оборудвано с камера, стационарен и преносими компютри, за видеообработка, както и зала за работа в екипи – творческо пространство за генериране на идеи от учители и ученици.

Всички помещения в STEM центъра са оборудвани с подходящи за целите на обучението хардуер и специализиран софтуер, екрани за визуализация, мобилно обзавеждане и мултифункционални зони за гъвкав учебен процес. В тях се реализират занятия по:
- профилирана и разширена подготовка;
- професионална подготовка за специалност “Системно програмиране“;
- ИТ и информатика, математика и природни науки;
- многобройните извънкласни дейности.

Проектирането на пространството включва обособени зони за: изследване, експериментиране, създаване и взаимодействие, самообучение, обмен и оценка на идеи, презентиране. Посланието в дизайна на STEM центъра е: сътрудничество, изследване, преживяване, творчество, общност.

Анализ на STEAM СРЕДАТА в МГ – ВАРНА

В анализа на средата в настоящата публикация се акцентира върху SWOT анализ на STEM-средата, анализ на добрите практики и участието на учители, защото считаме, че активните учители трябва да са тези, които да мотивират и ръководят учениците си в STEAM дейности и проекти.

Таблица 1. SWOT анализ на STEAM средата в МГ-Варна

	Положително влияние	**Отрицателно влияние**
Вътрешна среда	„плюсове“ -наличие на добри практики -наличие на STEAM учители -наличие на STEM център	„минуси“ -заетост на учители -заетост на зали -малък брой включени ученици -малък брой STEAM проекти
Външна среда	„възможности“ -разширяване на партньорства -привличане на експерти -квалификация на учители -разпространение на практики -разпространение на опит -включване на повече ученици -повече видове дейности -задълбочаване на практики	„опасности“ -зависимост от учители -зависимост от експерти -координация на свободно време -претоварване на учители

Интересен SWOT анализ е представен за възприемане на STEM учители от израелската STEM образователна система и наличните конфликти: професионалните конфликт на възможностите, конфликт на възприемане на професията, дискурс за STEM образователен конфликт, конфликт на академична свобода и конфликт на статут на учител [2]. За 2022/2023 г са направени следните статистики за активността на членовете на методическите обединения, които са приемлива база за първоначално планиране на критерии и показатели в пътната карта.

Таблица 2. Активност на методическите обединения в STEM инициативи 2022/23

Методическо обединение	**Брой учители**	**Брой учители в STEM**	**Участващи в STEM учители (в %)**
БЕЛ	9	1	11%
Чужди езици	18	4	22%
Математика	16	5	31%
Информатика и ИТ	18	8	44%
Обществени науки	10	3	30%
Природни науки	8	7	88%
Изкуства и спорт	7	2	29%

В настоящата публикация не е предоставена статистика за активността на учениците, като считаме, че броят на въвлечените в STEM дейности и проекти ученици до сега е все още сравнително нисък. Налични са STEM практики, с цели класове, но считаме за недостатъчни персонализираните практики, в които се реализират по-дълбоки, вкл. продължителни и дългогодишни изследвания и изследователски проекти, отговарящи на потребностите на учениците за развитие и кариера.

В МГ-Варна за периода 2015 – 2021 г. са реализирани успешни STEM практики: проведени са 6 комбинирани урока, 8 интегрирани урока и 2 открити практики по проект 1:1, проведени от общо 20 учители с ученици от 5., 6., 7., 9., 10. и 11. клас. Всички посочени практики са документирани (с предстоящо издаване), и са във вид „готов за мултиплициране“ в споделено облачно пространство на педагогическия колектив. От реализираните до момента практики можем да обобщим жизнен цикъл на успешни практики, а именно екип – доверие – изява – увереност – общност – обмен на идеи и гъвкавото им „повторение“, отговарящо на тенденциите на всички гъвкави (agile) методологии.

Относно квалификацията на педагогическите кадри в гимназията е подходящо да се отбележи специализираното обучение за стратегическо развитие на STEAM, което е реализирано като квалификационен курс с 3 квалификационни кредита за участието на над 106 директора и учители от Варна по темата STE(A)M – СТРАТЕГИИ, ПОЛИТИКИ, МЕТОДИКИ, ПРАКТИКИ през 2019 г. с обучител и ръководител на екипа Галина Момчева. Основни акценти в обучението в квалификационният курс са: STEAM и професии на бъдещето, методика и разработка на проекти, обучение и оценяване на STEAM проекти, представяне на най-харесвани практики, разработка на идея и урок със STEAM практика, B2B STEAM срещи (с фирми и

изследователски екипи), представяне на идея за РЕГИОНАЛНА STEAM партньорска мрежа. МГ-Варна е партньор на Фондация BioMed-Varna (интердисциплинарни изследвания и обучения и предприемачески практики в областта на науки за живота, компютърни науки и изкуства) при провеждането на Национален ден на ДНК 2021, 2022. Събитието позволява демонстриране и разпространение на полезни STEAM идеи, свързани с темата ДНК и с участието на регионалната STEAM партньорска мрежа. Наличието на партньорство за това събитие и с екипа на катедрата по генетика на Медицински университет – Варна позволява разширяване на практиките и казусите, които могат да бъдат използвани от учителите в училище за различни цели. Считаме, че споделянето на практики е вид квалификация на педагогическите специалисти и в този контекст от 2016 г.провеждаме ежегодно Панаир на науката.

Актуални тенденции в развитието на STEAM направлението

В [3] за новата парадигма на професионалното развитие в областта на STEM набляга на автентичните учебни преживявания за учениците от К-12 и третира култивирането на способността на учителите да създават автентичен опит в обучението в областта на STEM като също толкова важно, колкото и подобряването на знанията им в областта на STEM съдържанието.

Много автори посочват акцент върху ученето в сътрудничество [4]. Тази практика има своите пилотни реализации в колектива на гимназията. Друга тенденция е прилагането на дизайн мислене, което допринася и за интегрирането на STEAM практиките с предприемачеството, за което също има множество добри практики в гимназията, провеждани системно през последните години. Ръководството има за текуща цел да създаде среда, в която тези добри епизодични практики да се разширяват и да стават устойчиви като практики, което ще подкрепи създаването на устойчива STEAM среда. Интересна практика в областта на предприемачеството са и специализираните събития от тип TedEx и Startup Weekend, както и публикация на авторите за подкрепа на отбори от момичета за участие в състезанието Technovation [5].

Друга актуална тенденция е разработването на практики, включващи интердисциплинарен подход и на трансдисциплинарен подход[6]. В този смисъл степента на интеграция тези подходи от учителите съответства на тяхната компетентност и квалификация.

По аналогия с практиките за употреба на интерактивна дъска [7] и тук могат да се определят видове практики спрямо нивото на сложност за учители и ученици. Например Ниво 1: Приложение на тема/метод/практика от Предмет1 в тема от Предмет2; Ниво 2: Предмет1 и Предмет2[, …] изследват със собствени методологии, методи, подходи, практики реален/автентичен [Обект, Явление, Отношение, Процес] и генерират съвкупност от отделни изводи/знания/хипотеза/проблем, Ниво 3 Предмет1 изследва понятие/явление от Предмет2, Ниво 4 От Предмет 1 и Предмет 2 за изследване на обект/явление се формулира комбиниран метод/практика, който се прилага. Сложността се натрупва от взаимоотношения на знание, практики, методи, обучители, обучаеми – хора, ресурси технологични, взаимодействие на хора и технологии.

Актуална тенденция са облачните изчисления и облачните пространства и виртуализация, които подкрепят инфраструктурата за научни изследвания, което подсказва, че имат място и в STEAM центровете.

Облачните учебни среди наскоро се появиха като нов подход към обучението, поставяйки обучаемите в светлината на прожекторите, предоставяйки им базирани на облак инструменти за изграждане на техни собствени учебни среди според техните специфични учебни потребности. Налична е европейска инициатива, наречена weSPOT (Работна среда със социални, лични и отворени технологии за обучение, базирано на заявки) [8], с която е полезно да се запознаят учители и ученици.

Инструментите за изкуствен интелект трябва да намерят своето естествено място и приложение в STEAM инициативите и проектите, като от една стана са обект на изследване – като алгоритми, техники, практики, инструменти, от друга страна са готова за употреба функционалност. Известна е връзката на дигиталната компетентност и референциите към компетентности, свързани с изкуствен интелект [9]. Макар и неявна се експлоатира и връзката с изчислителното мислене в изследователски STEAM проекти.

Предизвикателство за всички е ролята и практиките с ИИ, включително и особено в STEAM дейности. Редица връзки могат да бъдат отбелязани, една от които е задаването на въпроси. И в изследователските STEAM проекти и при употребата на ИИ инструменти и технологии като ChatGPT се експлоатира темата за ефективно задаване на въпроси. Точно тази обща тема е в основата и на нови възможности относно инструменти за развитие на комуникационни умения в реална среда чрез новите възможности на дигитални технологии. Изкуственият интелект в образованието е добре установена интердисциплинарна област, която използва методи на ИИ за улесняване на процесите на обучение, учене и решаване на проблеми [10].

Пътна карта за развитие на устойчива STEAM среда в МГ – Варна

В настоящата статия ще поставим акцент върху смисъла на пътната карта в контекста на представяне на стратегически план за постигането на определена цел, а именно устойчива STEM среда за развитие на

таланти. Практики на екипа на фондация BioMed-Varna вече успешно доказаха, че изследователи от МГ-Варна са пълноправни и ефективни членове на изследователските групи и екипи в областта на интердисциплинарни научни изследвания.

В рамките на проектите от ЕС Проект за пътна карта за наука в рамките на Хоризонт 2020 има за цел да разработи стратегии за разширяването на научните кариери като подкрепя потока от таланти. (Developing a STE(A)M roadmap for Science Education in Horizon Europe, 2022). Множество други проекти, включително със значимост за развитието на региона като BOOST (обмен на практики и иновации в ключови индустрии за здравеопазване, зелени технологии между Варна, Румъния, Дания, Естония и Испания) ще дадат благоприятна основа за иницииране на интердисциплинарни проекти с разнообразие от партньорства и вариативност на мащаба.

STEAM обученията и практики са същевременно важни и в подкрепа на развитието на регионалните политики. STEAM практиките могат да бъдат вдъхновени от клъстери, университети, местна власт, обществени организации и бизнеса като цяло [11]. Проблемите, които се предоставят като предизвикателство от учащите може да са значими за развитието на региона. Практиките показват, че такива проекти със значимост за хората, за региона, дават мотивация на обучаемите и техните учители за включване в изследователски STEAM проекти и за постигане на резултати.

Инфраструктура

Запазване на значими функционални пространства (кабинет „Обрешков“) и разширяването им, с цел нови подходи/ресурси/методи/дейности. Разширяването на нови STEAM пространства може да се реализира чрез лаборатории, споделени лаборатории, виртуални изследователски пространства. Последните ще дадат възможност за по-лесен достъп до експерти, гъвкаво планиране на работни срещи. Възможни организации на виртуални STEM пространства за работа в математически гимназии са:

- Google cloud / One Drive за организация на пространството, документи;
- Google Cloud / Collab Lab за организация на Python notebooks;
- moodle (CMS) система за онлайн обучение, с възможности за съвместна работа;
- употреба на Go Lab (https://www.golabz.eu/);
- виртуални пространства от тип SMART Lab (Science, Math, and Research Technology);
- Една трудна за реализиране във виртуален тип е мократа лаборатория (wet lab), чиято приложимост и ефективност за момента е в дискусия.

Една устойчива структура или практика изисква също да отговори не само на текущи предизвикателства, а и на бъдещи такива.

Инструменти за оценка

Инструментите за оценка на напредъка в дейностите за устойчива STEAM среда могат да се реализират чрез практиките за ефективно управление на процеси (процесна карта) и оценки по ключови индикатори и показатели и оценки с рубрики.

Определяне на ключови моменти през учебната година, през която да се планират конкретни действия, като: определяне на индикатори (KPI) с първоначална оценка и залагане на целеви стойности в края на учебната година. В период от три години 2023 – 2024 – 2025 средата ще се оценява (юли, август), ще се планира дейността (септември), работа по STEAM дейности (октомври – януари), отчет по изпълнението за 1 срок (февруари), изпълнение на дейности (март-юни), анализ на постигнати резултати и показатели и анализ (юли, август) и продължаване по модела за развитие, оценка и гъвкава адаптация, разширяване през следващите месеци. Първоначални показатели за оценка са: брой учители, брой ученици, процент на членове на обединения, които участват, брой екипи, брой направления, брой участващи експерти, брой участващи бивши ученици, брой партньорски институции, брой представяния на резултати – приложения, брой представяния на резултати – проучвания, брой представяния на резултати – изследвания, брой публикации, брой издания, представяния в страната/чужбина, брой проекти в учебните часове, брой проекти в извънкласни дейности, тегла на коефициенти за сложност на реализираните проекти. За ефективното управление на дейността по STEAM се обсъжда вариант за екип за управление от учители с опит по темата, които да се сменят на ротационен принцип и са колеги с лидерски умения.

Методика. Методологии. Практики. Квалификация

Видно е, че най-подходящите подходи за обучение са Project-based Learning (PBL) и Inquiry-based Learning (IBL). Жизнените цикли на двата подхода включват елементи на планиране, създаване и рефлексия, но се отличават по това, че работата с PBL не изисква задължително фокусиране или съотнасяне към наука, към изследователски въпрос, проблем или хипотеза (за проверка). Съществено при прилагането на тези подходи на обучение е, че ролята на учителя е да бъде ангажиращ, наставник, подкрепящ, консултант по време на работата на учениците по проекта. Учителят трябва да е преживял работата по проект в екип, за да може да има готовност да подкрепи учениците си в подобни проблемни ситуации.

Реализацията на квалификационни дейности е паралелна дейност, която ще подкрепя инициативите за STEAM центъра и ще допълва дейностите по изграждане на устойчива STEAM среда чрез комбинирани подходи на форми на обучения, преподавателски екипи от вътрешни и външни лектори и разделяне на целевата група учители на повече видове, с цел максимално удовлетворение на потребностите, както за учителите, така и за училището като цяло. Няколко видове обучения, които са идентифицирани като потребност от ръководството на гимназията по време на провеждане на вътрешна квалификация през юли 2023 г. са специализирано обучение по Статистика, Дизайн мислене (Design Thinking), Креативни техники и гъвкави подходи (agile). Обучението по теми от статистиката ще се случва поетапно, както за математици и информатици, поради националните състезания и подготовката на ученици за тях, но и поради новите потребности за анализи на данни, вкл. заради ИИ), така и впоследствие за учители по други предмети заради приложимостта на знания и умения по теми от статистика в STEAM проекти.

Всички напредничави и иновативни обучения, свързани с ИТ и подкрепяни от ИТ корпорации (Intel, Google, Microsoft и др) имат практика над 20 години да провеждат обучителни семинари за учители, в които не само представят свои ресурси и решения в подкрепа на образованието, но и провеждат обучения на учители по методология – да направят онова, което се изисква от учащите, да се поставят на тяхно място. Една част от тези методологии, технологии и ресурси са реално в подкрепа на STEAM обучението, с включени методологии за PBL и др.

Реализацията на пътна карта включва и анализ на рискове от различен характер. Много автори описват рискове, които основно са свързани с турболенция между различни целеви групи или членове на екипа в различни роли и тяхната спокойна съвместна работа [12].

В заключение, в представения проект на Пътна карта са разгледани и периоди на реализация, индикатори за успех и оценка на напредъка, оценка на състоянието и перспективите за развитие на STEAM инфраструктурата в училище, наличните и бъдещи партньорства с институции, организации и сдружения. Изключително важно за постигането на устойчива STEAM среда е да се обърне внимание на квалификацията на педагогическите специалисти и тяхната мотивация за участие в STEAM дейности. Ефективното професионално развитие, което служи за ефективно учене на учителите в дългосрочен план, изисква едновременно когнитивно, познавателно и практическо развитие [13].

References:

1. Reider, D., Knestis, K., Malyn-Smith, J. Workforce Education Models for K-12 STEM Education Programs: Reflections on, and Implications for, the NSF ITEST Program. Journal of Science Education and Technology, 25(6), 2016, 847–858.
2. Hazzan, O., Application of Management Theories for STEM Education. The Case of SWOT Analysis, Springer, 2018
3. Strobel, New Paradigm of K-12 STEM Professional Development and Authentic K-12 STEM Learning Experience, 2013
4. Raca, M., Dillenbourg, P. Camera-based estimation of students' attention in class. Lausanne. EPFL, 2015
5. Momcheva, G., Spasova, V., Pavlova, E., The competition TECHNOVATION training on creation of mobile apps and entrepreneurship, IV internat ional Scientific-practical conference "Contemporary tendencies for cooperation between the school and the family", Varna, 2014
6. Anderson, J., Li Y., Integrated Approaches to STEM Education, An International Perspective, Springer Nature, 2020
7. Angelov, A., G. Momcheva-Gardeva, T. Srebreva, Uspeshna rabota s interaktivna daska, RAABE, 2013, Sofia, str. 29-38
8. Lee Chao, Handbook of Research on Cloud-Based STEM Education for Improved Learning Outcomes-IGI Global, Inquiry-Based Learning on the Cloud, 2016
9. Momcheva, G. Iziskvania za znania, umenia, otnoshenia, tsennosti, svarzani s izkustven intelekt (AI) v referentnite ramki za digitalna kompetentnost (DigComp, DigCompEdu) i proektsii na upotrebata im pri obuchenieto na studenti i prepodavateli, Konference, Meditsinski Universitet, Varna, 2023
10. Ouyang, F., Artificial Intelligence in STEM Education: The Paradigmatic Shifts in Research, Education, and Technology, 2023
11. Zintgraff, C., Suh, S., Kellison, B. Resta, P., STEM in the Technopolis. The Power of STEM Education in Regional Technology Policy, Springer, 2020
12. Johnson, C (eds.), Secondary STEM Educational Reform, Palgrave Macmillan US 2011
13. Dikilitas, K., Innovative Professional Development Methods and Strategies for STEM Education-Information Science Reference, 2015