

## КРИЛАТИЯТ МЕТАЛ: МЕТОДИЧЕН МОДЕЛ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА STEAM ОБУЧЕНИЕ

Елка Стоянова<sup>1</sup>

*Пловдивски университет „Паусий Хилендарски“, България*

**Резюме.** В статията е представен модел за прилагане на STEAM базирано обучение при изучаване на металите и е конкретизиран за алуминия и неговите съединения. Идеите за разработването ѝ са вдъхновени от 200-годишнината от откриването на метала. Разработеният модел се основава на конструктивистката теория за учене чрез активна дейност и включва етапите ангажиране, изследване, обяснение, разработване и оценка. В него се поставя акцент върху теми от учебното съдържание по математика, природни науки (химия, физика, биология), инженерство, технологии, изкуство и се създават условия за развиване на ключови за образованието на 21. век умения.

*Ключови думи:* STEAM; процес на обучение; алуминий; конструктивизъм

### Въведение

В търсенето на иновативни методи на обучение, които поставят ученика в центъра на образователната система и го насочват да мисли извън традиционните рамки на отделните дисциплини, като тенденция се появяват STEM, STEAM, STEMS обучението.

STEAM (*S-наука, T-технологии, E-инженерство, A-изкуства, M-математика*) обучението предвижда интегриране на знания от природни науки, изкуствата, технологиите, инженерството и математиката, което ще позволи на учениците да се подготвят за бъдеща професионална и социална реализация.

Появата на STEAM в образователното пространство се провокира от липсата на интерес от страна на подрастващото поколение към изучаване на точните науки. Една от причините за тази незаинтересованост е, че повечето ученици не разбират значението на науката и научните знания, защото не могат да видят връзката между това, което изучават по природни науки, и реални житейски събития и ситуации. Макар че се счита, че STEM прави

първите си стъпки около Студената война, в спора между САЩ и Русия за стъпването на човек на Луната, *все още прилагането му е предизвикателство за много учители.*

Някои от предизвикателствата, свързани с прилагането на STEAM, са следните.

– *Липса на образователни ресурси*, което не позволява на учителите да планират уроци по STEAM. Стъпка в решаването на този проблем е създаването на специализирани кабинети по STEAM със съответното оборудване. Липсата на изградени STEAM кабинети, в които успешно да се осъществяват междупредметните връзки с други дисциплини, също се счита за предизвикателство.

– *Учебен час от 40 минути* е недостатъчен, за да се разработи една тема, затова почти винаги е необходимо тя да бъде разделена на отделни фрагменти, за да бъде реализирана в последователност от няколко отделни учебни часа.

– *Голям обем фактологичен и теоретичен материал. Учебните програми и учебниците по природни науки са претоварени с факти и понятия.* За да бъдат ефективни обучението и преподаването в контекста на STEAM технологията, се подчертава необходимост от реорганизация на училищните пространства. Класните стаи с традиционните чинове могат да бъдат заменени с многофункционални пространства, с по-големи маси, за да се генерира пространство за диалог и творчество.

– Системата на средното образование е фокусирана върху *оценяване на конкретните постиженията на учениците*, а не върху оценка на творчеството, креативността, уменията за решаване на проблеми. Все още липсват в образователната ни система ориентири за оценка на творческото и креативно мислене. Това определя и преимущественото прилагане на традиционния подход в образованието, свързан с преподаване основано на запаметяване на формули, математически изчисления и номенклатури и липсата на корелация на тези факти с ежедневни житейски ситуации.

Посочените предизвикателства не изчерпват проблемите и трудностите, които срещат учителите в своята работа, свързана с прилагането на STEAM.

Интердисциплинарността на STEAM се свързва с диалога между дисциплините и в действителност трябва да се разглежда като съществуването на обща цел в изучаването на отделните дисциплини (Jariassu, 1976).

STEAM се определя като методология за интеграция на знанията в областта на науката, технологиите, инженерството, изкуствата и математиката в конкретна ситуация (Sousa & Pilecki, 2013), а въвеждането на изкуствата е мотивирано от художественото търсене, което е фундаментално при разработването на нови продукти, и отчитането на необходимото творчество в съвременния свят.

Практическите дейности в училище и извън него, решаването на реални житейски проблеми ще подпомогнат учениците да *разберат* практическото

приложение на научните знания, както и формирането на важни за XXI век умения, като критично мислене, работа в екип, комуникация и други. Според Хавис (Navice, 2009) движещата сила на подхода STEM/STEAM е любопитството, чрез което се мотивират подрастващите да участват активно в решаването на различни задачи (проблеми) и да учат. Научни изследвания показват, че STEAM влияе положително върху интереса и мотивацията на учениците за учене, защото наред с активното учене се разгръща творческото начало у учениците и това им позволява да се самоизразяват чрез изкуство (Khine & Areepattamannil, 2019).

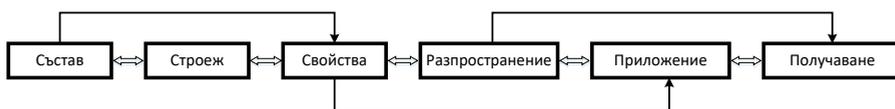
STEAM обучението, поставено като проблем, може да се разглежда в две направления, свързани с двата дейностни компонента на обучението – преподаването и ученето. Всяко от тези направления изпълнява различна функция по отношение на субекта. За характеристика на STEAM обучението по отношение на субектите е необходимо уточняване на образователната парадигма от позициите, на които се използва категорията обучение. Съвременните изследвания за ролята и мисията на образованието насочват към т. нар. „свободно“, „обърнато към човека“ образование (Pavlov, 2001, p. 83), апелират за „приоритет на целите и ценностите на ученика“ (Khutorskou, 2001, p. 29). От позициите на тази образователна парадигма обучението се определя като „съвместна дейност на учителя и ученика, която е насочена към индивидуалната самореализация на ученика и развитие на неговите личностни качества“ (Khutorskou, 2001, p. 29).

Разглеждането на STEAM обучението по отношение дейността на учителя е свързано с определяне на целите и очакваните резултати на занятието, избор на подходяща тема, разработване на методика за организиране и ръководство на дейността на учениците, подготовка на материали и др.

По отношение дейността на учениците STEAM обучението е свързано с креативност, учене чрез практика, изграждане на умения за работа в екип и сътрудничество, творчество, умения за решаване на проблеми, засилено използване на ИКТ, засилване на любознателността, формиране на знания и умения по въпроси, важни за 21. век, развитие на професионални умения.

Металите и техните съединения се изучават в цялостния курс на обучение по *химия и опазване на околната среда* (7. – 12. клас) в средното училище. Изучаването на желязото още в курса по *човекът и природата*, 6. клас, позволява да се постави акцент върху голямото практическо приложение и разпространение на металите. Специфичните свойства на металите – електро- и топлопроводимост, ковкост и изтегливост, ги правят незаменими в определени области на съвременната техника, бит и промишленост. За да се използват металите разумно и пълноценно, е необходимо да се познаят техните свойства.

Ето защо в обучението по химия и опазване на околната среда (7. – 10. клас) се изучават някои метали (като алуминий, мед, цинк и др.), които имат важно практическо приложение. Изучаването на алуминия има голямо познавателно значение за разбирането на основните взаимовръзки в химията, представени на фиг. 1.



**Фигура 1.** Основни взаимовръзки в обучението по химия

Разкриването на строежа на металите е важна основа за осмисляне на техните свойства и практическо приложение. Междупредметната интеграция физика, химия, биология ще позволи на учениците да получат цялостна представа за металите.

Научната информация за алуминия и съединенията на алуминия може да се представи в следните аспекти:

- откриване на алуминия – исторически сведения за откриване на алуминия, използването му в миналото, биографични данни за учени, които са правили опити за неговото получаване;

- разпространение на алуминия – минерали, в които се съдържа алуминият; скъпоценни камъни; разпространение на минералите на алуминия в земната кора; къде са най-богатите залежи на тези минерали;

- физични, химични свойства, приложение на алуминия – кои свойства на метала обуславят неговото приложение в бита, самолетостроенето, машиностроенето; какво е неговото годишно потребление;

- рециклиране на алуминий – какво е значението на рециклирането на алуминий за околната среда; защо алуминият се превърна в икона на рециклирането; какво подтиква хората да рециклират алуминиеви кутии; какви са икономическите предимства за индустриите в процеса на рециклиране на алуминий;

- физиологично действие на алуминия и неговите съединения – как алуминият попада в живите организми; кои са патологиите, свързани с прекомерната консумация на продукти с алуминиеви опаковки или приготвени в алуминиеви съдове; има ли последствия за хората, които работят в сектора за добив и производство на алуминий; кои болести са свързани с прекомерната употреба на храни и продукти;

- скъпоценни камъни съдържащи алуминий – използването на алуминий в скулптури, бижута, тяхното естетическо и визуално въздействие; защо за химиците скъпоценните камъни са обикновени химични съединения.

Посочените аспекти могат да се ориентират към учебното съдържание в следните области: физика, химия, география, история, биология, технологии, инженерство, изкуство.

В този аспект възниква изследователският въпрос: *Възможно ли е в курса по химия и опазване на околната среда 8. клас да се приложи интеграция на математически, природонаучни, технологични знания и знания по изкуства при изучаване свойствата на алуминия и неговите съединения?*

Интегративните тенденции при изучаването на металите могат да се разгледат в контекста на *конструктивизма*, чийто основен компонент е ученето чрез спонтанни дейности, активна самостоятелна и групово работна, решаване на реални житейски проблеми, удовлетворяване на собствени интереси. Дейността на учениците има познавателен, възпитателен и развиващ резултат само ако те са включени в решаването на реални проблеми и удовлетворяване на лични интереси.

*Предполагаме, че на основата на STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) може да се обогати обучението както в съдържателен, така и в дейностен аспект.*

***Целта на настоящата разработка е да представи STEAM модел за изучаване на металите в обучението по химия и опазване на околната среда и да се конкретизира за темите „Алуминий“ и „Съединения на алуминия“.***

### **Теоретични основи на изследването**

В наръчника на МОН „Компетентности и образование“<sup>2</sup> се посочва необходимостта от поставянето на акцента в образованието върху предприемачеството и усъвършенстване на уменията в областта на математиката, природните науки, технологиите и инженерството, наричани за краткост STEM. Това ще доведе до насърчаване на практическото и интердисциплинарното обучение и ще се създаде солидна основа на техническите знания. STEAM добавя изкуство към STEM, интегрирайки креативност и критично мислене, за да обогати образователното изживяване по достъпен начин. Според И. Коцева и М. Гайдарова (Kotseva & Gaydarova, 2019) буквата А се възприема като All, което се свързва с всички останали дисциплини.

Интегративният модел STEAM насърчава взаимовръзката между различните дисциплини, заличавайки границите между тях и извличането на полза от естеството на всяка от тях (McComas & Burgin, 2020; Ortiz-Revilla et al., 2020; Thibaut et al., 2018). Подходът STEAM поставя учениците в ситуация, в която да търсят решения на основата на теоретични знания, да обменят идеи и мнения по определени въпроси, да работят в екип. Фактът, че ученикът има активна роля в учебния процес, допринася по важен начин за мотивацията на

учениците. STEM и STEAM акцентират върху отговорността на учениците за собственото обучение, което е свързано с проучване, решаване на проблеми и вземане на решения. Въз основа на проучени литературни източници, свързани с бъдещето на STEAM, се установява, че в центъра на обучението се поставя ученикът с неговите интереси, мотиви и възможности (Nadelson & Seifert, 2017) и това го отнася към личностно ориентирани стратегии. Някои от предимствата от прилагането на този подход са:

- активно участие на учениците в учебния процес;
- активно учене;
- взаимодействие между ученици и учители;
- развитие на креативност;
- стимулиране на интереса към природните науки;
- участие в разрешаване на реални проблеми.

В настоящата работа предлагаме **модел на STEAM обучение на основата на конструктивистката теория, според която тенденция в съвременното учене е активна дейност на учениците, а не получаване на знания наготово**. Познавателната дейност на учениците се организира в 5E модел за обучение, чрез който им се предоставя възможност да формират знания чрез опита, който придобиват, или да реконструират своите първоначални представи за обектите и явленията от заобикалящата ги действителност (Bybee, 1989). Това изисква предварително планиране на учебната дейност, която да подпомага учениците да формират собствените си знания за конкретен проблем. Този модел включва следните етапи (фиг. 2): **ангажиране (Engage)** – създаване на интерес и въвличане на учениците в активна дейност, **изследване (Explore)** – учениците правят проучвания, извършват експериментална дейност, **обяснение (Explain)** – учениците анализират, синтезират, обобщават информацията и обясняват направените наблюдения, **разработване (Extend/Elaborate)** – учениците създават модели, за да получат крайния продукт и така да придобият ново знание, **оценка (Evaluate)** – учениците отчитат положителните и отрицателните страни на проучения проблем и неговата важност (Bybee, 2009; Bybee, 2013).



**Фигура 2.** Методичен модел за прилагане на STEAM обучение

### *Ангажиране*

На този етап учителят въвежда учениците в проблематиката, чрез представяне на интересни данни за факти и явления от заобикалящата ни действителност, свързани с темата. Излага различни хипотези и концепции; създава ситуации, провокиращи споделянето на предварителен житейски опит; предоставя възможност за генериране на връзки между старите и новите знания в контекста на създадените ситуации. Целта на този етап е да се създаде интерес у учениците към изучавания проблем.

Учениците се фокусират върху отделни аспекти на поставения проблем и размишляват върху представените концепции, хипотези.

### *Изследване*

На този етап учениците извършват наблюдения над различни обекти, събират информация по даден проблем, в резултат на което придобиват общи преживявания и опит; събират данни; установяват определени отношения помежду си.

Ролята на учителя на този етап е на организатор на дейността на учениците. Той инициира изследователската им активност и им предоставя време да проучат изследваните обекти.

### **Обяснение**

На този етап е необходимо да се определят, актуализират необходимите теоретични знания, от позициите на които ще се извърши обяснението. Дейността на учениците е насочена към формулиране на въпроси, изискващи обяснение, създаване на хипотези, формулиране на изводи, разкриващи същността на обяснявания факт или явление, първоначално със свои думи и използвайки предварителния си житейски опит. Впоследствие учителят ги допълва и коригира, като въвежда съответните научни понятия.

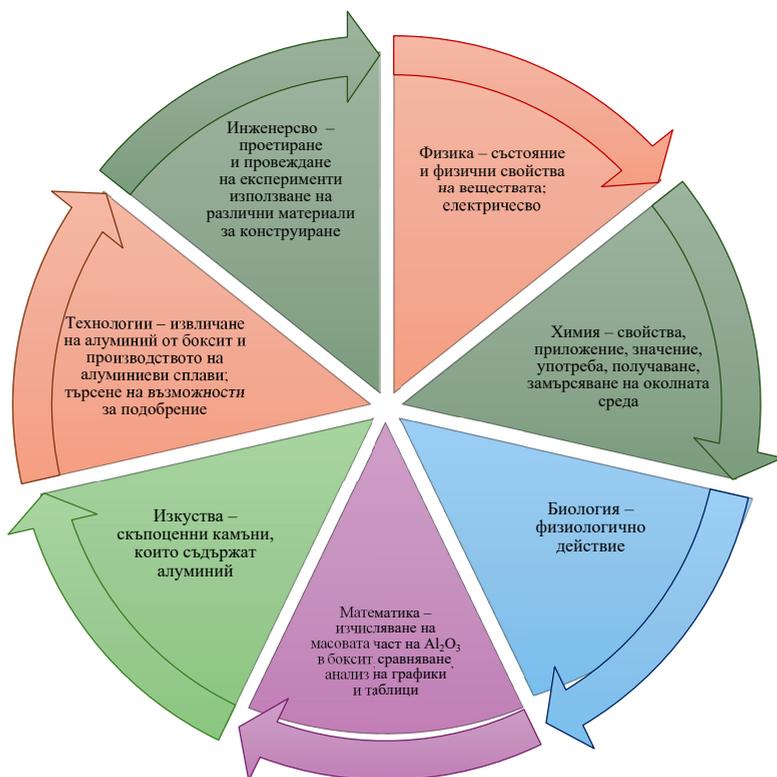
### **Разработване**

На този етап учениците участват в дискусии и дейности, които провокират създаване на модели, провеждане на експерименти, изследване. Груповите дискусии и участието в съвместни учебни ситуации на този етап осигуряват възможност на учениците да изразят своето разбиране за изучаваните обекти.

### **Оценка**

Този етап предоставя възможност на учителя да наблюдава и оценява учениците как прилагат придобитите знания и процесуални умения, да поставя отворени за групите въпроси.

В представения модел на занятието „Крилатият метал“ извеждаме осъществяването на следните междупредметни връзки и ги представяме на фиг. 3.



**Фигура 3.** Междупредметни връзки, осъществени в занятието „Крилатият метал“

Предложеният методичен модел на STEAM обучение е конкретизиран за алуминий и неговите съединения. В настоящата статия е представено занятието на тема „Крилатият метал“ (таблица 1 и таблица 2).

**Таблица 1.** Дизайн на STEAM занятието „Крилатият метал“

|                    |  |
|--------------------|--|
| <p><b>Цели</b></p> | <p>Да се засили интересът на учениците към проблема за рециклирането на отпадъци.<br/>                 Да се развие умението за теоретично и експериментално изследване.<br/>                 Да се обърне внимание на екологичните аспекти на знанията за алуминия.<br/>                 Да се формират умения за работа в екип и творчески умения.</p> |
|--------------------|--|

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Основни познавателни проблеми</b></p> | <p><b>Материалът от значение ли е?</b><br/>                 От какъв материал ще конструираме летателен апарат за превозване на хора? Откога човечеството познава и използва алуминия? Можем ли да заменим алуминия с друг метал?</p> <p><b>Безкрайно ли могат да се рециклират на алуминиевите опаковки?</b><br/>                 Какво е значението на рециклирането на алуминиеви изделия? Защо алуминият се превърна в „икона“ на рециклирането? Дали тенденцията за рециклиране е в резултат на екологичното съзнание на хората, или е икономически изгодно? Как да повишим чувствителността на населението, за да избегнем прекомерната експлоатация на алуминиеви изделия?</p> <p><b>Колко безопасно е алуминиевото фолио, което използваме вкъщи?</b><br/>                 Защо газираните напитки се поставят в кенчета, които са направени от алуминий?</p> <p><b>Защо за химиците скъпоценните камъни са най-обикновени химични съединения?</b><br/>                 Рубинът – най-обикновен оксид на алуминия.<br/>                 Кои други скъпоценни камъни съдържат алуминий?</p> |
|---|--|

Таблица 2. Дейности и дидактически средства за реализиране на модела

| Дейност на учителя   | Дейност на ученика   | Дидактически средства   |
|--|--|---|
| <b>Ангажиране</b>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– мотивиране;</li> <li>– създаване на интерес;</li> <li>– обърната класна стая;</li> <li>– мозъчна атака – провеждане на симулационни игри;</li> <li>– въвеждане в процеса на инженерното проектиране.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– проучват;</li> <li>– анализират;</li> <li>– генерират идеи;</li> <li>– поставят въпроси.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– изграждане на мисловна карта;</li> <li>– създаване на постер;</li> <li>– диаграми;</li> <li>– снимки, модели;</li> <li>– игри в различни платформи.</li> </ul> |
| <b>Изследване</b>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– съдейства на учениците при формиране на екипи;</li> <li>– предоставя материали, инструкции, електронни ресурси, работни листове;</li> <li>– насърчава учениците да работят съвместно;</li> <li>– консултира и ги напътства;</li> <li>– осигурява време на учениците да решават проблемите.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– събират данни, като провеждат наблюдение и експеримент;</li> <li>– проучват и анализират литературни източници;</li> <li>– изграждат хипотези;</li> <li>– записват наблюдения и идеи;</li> <li>– работят в екип.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– представяне на проведени проучвания;</li> <li>– експериментална дейност;</li> <li>– модели, рисунки, схеми.</li> </ul>   |

| <b>Обяснение</b>   |  |   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– задава въпроси;</li> <li>– насърчава учениците да обосновават, да разкриват връзки и отношения, да привеждат доказателства и да формулират изводи.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализира данни от експеримент и определя обекта на обяснение;</li> <li>– привежда доказателства;</li> <li>– формулира изводи;</li> <li>– извлича информация от текст, графики, таблици;</li> <li>– изслушва и анализира обясненията на другите.</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>– мисловни карти;</li> <li>– структурирани обяснения;</li> <li>– модели.</li> </ul>                      |
| <b>Разработване</b>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– насърчава учениците да прилагат и задълбочават знанията и уменията, като ги прилагат в нови ситуации.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– задават въпроси;</li> <li>– предлагат решения;</li> <li>– планират експерименти;</li> <li>– записват наблюдения и обяснения.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– модели;</li> <li>– електронни ресурси.</li> </ul>  |
| <b>Оценка</b>  |  |   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализира участието на всички ученици в занятието;</li> <li>– провеждане на анкета за удовлетвореност от проведеното занятие и обратна връзка;</li> <li>– поставя задачи, които изискват и инженерен дизайн: например: създаване на максимално висока конструкция – кула от алуминиеви кенове от газирани напитки.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– планира и проектира конструкции;</li> <li>– извършва математически пресмятания;</li> <li>– използва компютърни програми за съставяне на диаграми, графики, таблици;</li> <li>– анализира и оценява други модели по зададени критерии;</li> <li>– прави презентация, видео.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– дневник;</li> <li>– портфолио;</li> <li>– анкета;</li> <li>– презентация;</li> <li>– модел.</li> </ul> |

### Реализиране на модела

В настоящата разработка е представено STEAM занятие, което следва предложения модел и е разработено върху учебното съдържание за алуминия.

Представената разработка е ориентирана към обучението по химия и опазване на околната среда 8. клас. Моделът е приложен в три учебни часа.

Основните проблеми, поставени пред учениците са: Материалът от значение ли е? Безкрайно ли могат да се рециклират алуминиевите опаковки? Безопасно ли е алуминиевото фолио, което използваме вкъщи? Скъпоценните камъни, съдържащи алуминий, обикновени химични съединения ли са?

**Ангажиране** – провежда се дискусия с цел установяване знанията на учениците за алуминия и провокиране на тяхното мислене. Определяне на екипи съвместно с учениците.

Учениците се запознават с предизвикателството, което трябва да решат: **Какъв материал трябва да изберат, за да затворят стъклени чаши с хранителен продукт, за да се съхранява определен период от време (на-пример: прясно или кисело мляко, натурален сок)?**

Изисквания, на които трябва да отговаря избраният материал:

- да не взаимодейства химически с хранителния продукт;
- да е тънък и лек;
- да може да се обработва.

Ограничения на избора:

- може да избират от алуминиево фолио;
- хартия;
- полиетилен.

За се справят с предизвикателството, учениците си припомнят за физичните и химичните свойства на алуминия (учебник – 8. клас по химия и опазване на околната среда) и решават следната задача.

Идентифицирайте всичко, което може да ограничи решението (разходи, наличност на материали, безопасност).

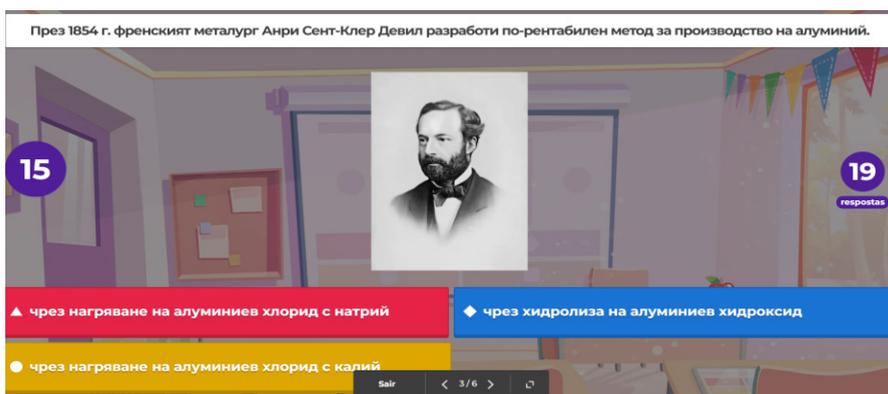
*Друго проучване, което трябва да направят учениците, е за историята на откриване на алуминия.* На проведеното занятие екипите от ученици проучват материали за откриване на алуминия, които са предоставени от учителя, и задачата е да онагледят проучването си, като съставят и представят на картон интелектуална карта. Изготвянето ѝ изисква прилагането на знания и от други дисциплини – изобразително изкуство, информационни технологии, технологии и предприемачество. На фиг. 4 е представена схематично историята на откриване на алуминия по данни от ученическото проучване.

|              |   |
|--------------|---|
| 6000 пр. Хр. | • Древните персийци произвеждали съдове от глина, която съдържа $Al_2O_3$   |
| 3000 пр. Хр. | • Египтяни и вавилонци използвали тази глина за производство на лекарства, козметика и оцветители на тъкани   |
| 1821 г.      | • Французинът Бертие открива в Южна Франция червеникава руда, която съдържа 52% $Al_2O_3$ . Така е открита рудата боксит – най-разпространената руда от алуминий                                  |
| 1825 г.      | • Датският физик Ханс Кристиан Оерстед успява да изолира алуминий от безводен алуминиев хлорид с калиева амалгама – метод, който се използва и днес   |
| 1827 г.      | • Немският учен Фридрих Вьоелер описва процеса на получаване на алуминий в лабораторни условия при взаимодействието на калий с безводен алуминиев хлорид  |
| 1854 г.      | • Хенри Деваил получава алуминий, като редуцира комплексната сол $NaAlCl_4$ , използвайки натрий  |
| 1886 г.      | • Американският химик Ч. Хол и френският му колега Хероул независимо откриват процес на извличане на алуминий чрез електролиза. Процесът се използва и днес и е известен като процес „Хол-Хероул“ |
| 1963 г.      | • Установено е, че съдържанието на алуминий в земната кора е от порядъка на 81,3 g на 1000 kg   |

**Фигура 4.** Историята на откриване на алуминия

В хода на дискусиата с учениците възникват и се обсъждат множество въпроси, предложени от учителя: *Откога човечеството познава и използва алуминия? Как се добива и получава алуминий? Защо съвременните производители на напитки ги поставят в алуминиеви съдове? Можем ли да заменим алуминия с друг метал?*

Следва стимулационна игра „Познай учения“, която е онлайн ресурс, споделен на дигитална стена с учениците. Играта повишава мотивацията на учениците и води до по-голяма активност от тяхна страна. Препоръчва се добавяне на „в края на часа“ или „в края на модула“, за да се изясни времевата рамка на дейността. Играта е създадена в Kahoot със свободен достъп за учители (фиг. 5).



Фигура 5. Kahoot

### *Изследване*

След провеждане на играта учениците получават работен лист, в който е описана експерименталната дейност на учениците. Работният лист е от 4 страници и е структуриран в 4 раздела.

**Раздел 1** съдържа описание на свойствата, на които трябва да отговаря материалът, от който се изработват опаковъчни материали и опаковки – бариера по отношение на кислород, аромати, мазнини, светлина, възможност за проследимост на качеството на продукта.

На учениците се предоставят капачки от кисело мляко, кутии от сок, алуминиево фолио, кутии от безалкохолни напитки. Задачата е да определят кое е общото между тях. Следващите страници насърчават учениците да търсят зависимост между свойствата на алуминия и неговото приложение в домакинството и хранителната индустрия.

**Предизвикателство, което трябва да решат учениците на този етап, е: Можем ли да заменим алуминия с друг метал при изработването на опаковъчни материали?**

За да решат това предизвикателство, учениците измерват дебелината на алуминиево фолио и конструират апаратура за определяне на електропроводност.

**Стъпка 1.** Запознаване и работа с апарата за измерване на дебелина на фолио.

Работният лист съдържа описание на принципа на действието на дигитален микрометър за установяване дебелината на алуминиевото фолио, използвано в опаковъчни материали като кутии за сок и торбички за кафе с дебелина 5  $\mu\text{m}$ .

След запознаване с инструкцията се пристъпва към измерване дебелината на алуминиево фолио.

**Стъпка 2.** Установяване на електро- и топлопроводимост.

За установяване на електропроводимостта на алуминия от учениците се изисква да конструират апаратура от батерия, проводник, електрическа крушка, алуминиева пръчка. Така те прилагат знания за електричество от физиката.

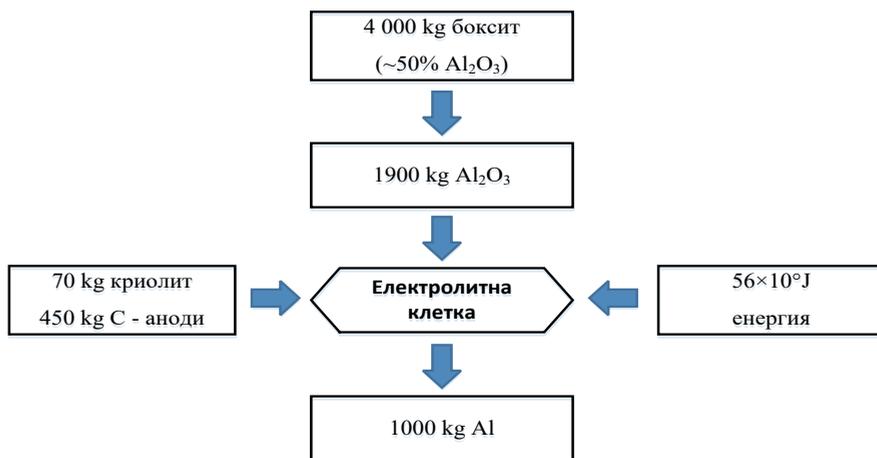
**Стъпка 3.** Можете ли да подобрите дизайна на опаковка по избор? Какви проучвания трябва да направите, за да се приложи на пазара?

**Раздел 2. Неизчерпаеми ли са източниците на алуминий?** Този раздел от работния лист съдържа текст, таблици и графики за производството на алуминий чрез рециклиране и от боксит.

Предизвикателство, което се решава на този етап, е: Неизчерпаеми ли са източниците на алуминий и безкрайно ли могат да се рециклират алуминиевите опаковки?

За да решат това предизвикателство, учениците обсъждат схемата за получаване на алуминий от боксит и чрез рециклиране и решават задача 1. Обсъждането, в което участват учениците, насърчава критичното мислене и съдейства за формиране на умения за взимане на аргументирани решения.

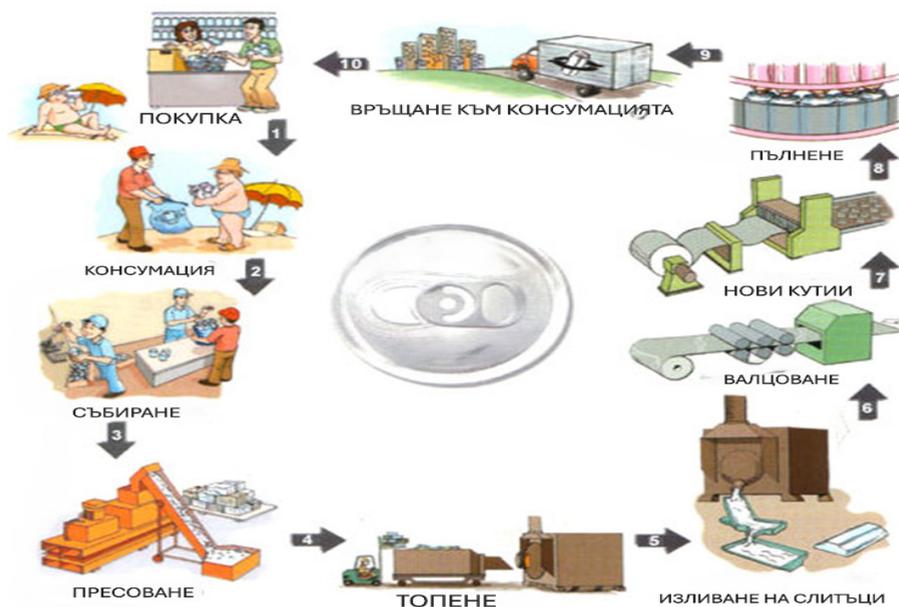
**Стъпка 1.** Обсъждане на схемата за получаването на алуминий от боксит, представена на фиг. 6 и използвана от учителя като дидактическо средство.



**Фигура 6.** Производство на алуминий от боксит

**Задача 1:** Изчислете колко килограма боксит с  $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3) = 50\%$  са необходими за производството на 50 kg Al?

**Стъпка 2.** Обсъждане на схемата за рециклиране на алуминий, представена на фиг. 7.



Фигура 7. Рециклиране на алуминий

**Стъпка 3.** Предложете възможности за неколккратно използване на опаковките от газирани напитки (алуминиеви кенчета).

**Раздел 3. Колко безопасно е алуминиевото фолио, което използваме въщи?** Тази част от работния лист съдържа информация за физиологичното действие на алуминия, начините на постъпването му в организма с храната, някои лекарства.

Включена е и информация за постъпване на алуминия в почвата и влиянието на алуминия върху рН на почвата. Тази част от работния лист подчертава връзката между биологията и химията.

**Раздел 4. Скъпоценните камъни са най-обикновени химични съединения.** Тази част от работния лист съдържа информация за скъпоценните камъни, в които се съдържа алуминий. Провокира се мисленето на учениците за състава на скъпоценните камъни. Насърчава дискусия за рубина, който е най-обикновен оксид на алуминия, от една страна, и от друга – многото митове и легенди, съществуващи за този скъпоценен камък. Обсъжда се на какво се дължи необикновеният му червен цвят. Илюстрацията със снимки на бижута с рубини затвърждава връзката на химията с изкуството.

**Обяснение.** Учениците споделят резултатите от своите проучвания, обръща се внимание на основните въпроси, на които е търсен отговор. Учителят разяснява, че за да се направи едно изследване, е необходим екип

от специалисти с различна професионална насоченост и опит и провеждането му отнема време.

**Разработване.** На този етап учениците се насърчават да:

- направят изводи от извършеното изследване, като се обръща внимание на основните въпроси в него и получените резултати;
- да вземат информирани решения на проблемите;
- да предложат творчески решения, използвайки ресурси, моделиране и дизайн.

### **Оценка**

За оценка се използва и попълненият работен лист. Учениците попълват анкетна карта.

Въпросите в анкетната карта са:

*Как оценявате предложените дейности в урока?*

*Какви ще бъдат вашите нагласи след използване на артикули, които са изработени от алуминий?*

*Как можете да допринесете за предоставянето на знания на други хора, които неправилно изхвърлят тези материали?*

*Придобитите знания по време на урока биха ли ви помогнали при вземане на решения относно използване и рециклиране на алуминиеви продукти?*

*Какво би искал/а да подобриш или промениш в следващ подобен STEAM урок?*

### **Заклучение**

– Представен е модел за прилагане на STEAM обучение, основан на конструктивисткия подход, който поставя в центъра на образователния процес активната дейност на учениците.

– Моделът е конкретизиран за алуминий и неговите съединения.

– Целесъобразността на прилагането STEAM обучение е потвърдена чрез анонимна анкета. Резултатите от нея показват, че 100% включилите се ученици са оценили участието си като полезно и интересно.

### **БЕЛЕЖКИ**

1. Ръкописът е одобрен за участие във Втория конкурс за научна статия „Природни науки и иновации в образованието“, посветен на 140 години от рождението на проф. Димитър Баларев
2. Компетентности и образование – <https://www.mon.bg/nfs/2019/12/i-book.pdf>

## ЛИТЕРАТУРА

- Коцева, И., Гайдарова, М. (2019). *Интегрирано STEM образование: състояние, предизвикателства и перспективи. Стратегии на образователната и научната политика*, 27(5), 476 – 478.
- Павлов, Д. (2001). *Образователни информационни технологии*. Даниела Убенова.
- Хуторской, А. В. (2001). *Современная дидактика*. Питер.

## REFERENCES

- Bybee, R. (1989). *Science and Technology Education for the Elementary Years: Frameworks for Curriculum and Instruction*. Network.
- Bybee, R. (2009). *The BSCS 5E Instructional Model and 21<sup>st</sup> Century Skills*. The National Academies
- Board on Science Education. [https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse\\_073327.pdf](https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf)
- Bybee, R. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association Press.
- Havice, W. (2009). The Power and Promise of a STEM Education: Thriving in a Complex Technological World. In International Technology Education Association (Ed.), *The overlooked STEM imperatives: Technology and engineering* (pp. 10 – 17). ITEEA.
- Japiassu, H. (1976). *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*. Imago.
- Kotseva, I &. Gaydarova, M. (2019). Integrative STEM Education: State, Challenges and Perspectives. *Strategies for Policy in Science and Education*, 27(5), 476 – 478. [In Bulgarian]
- Khine, M., & Areepattamannil, S. (2019). *STEAM education: Theory and practice*. Springer.
- Khutorskoy, A. V. (2001). *Modern Didactics*. Piter. [In Russian]
- McComas, W. F., & Burgin, S. R. (2020). A Critique of “STEM” Education: Revolution-in-the-making, Passing Fad, or Instructional Imperative? *Science & Education*, 29, 805 – 829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>.
- Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM Defined: Contexts, Challenges, and the Future. *Journal of Educational Research*, 110(3), 221 – 223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>.
- Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M. & Arriasecq, I. (2022). A Theoretical Framework for Integrated STEM Education. *Science & Education*, 31, 383 – 404. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00242-x>.
- Pavlov, D. (2001). *Educational Information Technologies*. Daniela Ubеноva. [In Bulgarian]

Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using Brain-compatible Strategies to Integrate the Arts*. Corwin Press.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), Article 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>.

## WINGED METAL: METHODOLOGICAL MODEL FOR IMPLEMENTING STEAM TRAINING

**Abstract.** The article presents a model for implementing STEAM-based learning in the study of metals, with a specific focus on aluminum and its compounds. The ideas for this development were inspired by the 200th anniversary of the discovery of the metal. The developed model is based on the constructivist theory of learning through activity and includes the stages of engagement, investigation, explanation, development and evaluation. It emphasizes topics from mathematics, natural sciences (chemistry, physics, and biology), engineering, technology, and art, and creates conditions for the development of key skills for education in the 21st century.

*Keywords:* STEAM; learning process; aluminum; constructivism

✉ **Elka Stoyanova, PhD Student**

ORCID iD: 0009-0007-5207-7949

Plovdiv University "Paisii Hilendarski"

24, Tsar Assen St.

4000 Plovdiv, Bulgaria

E-mail: [estoyanova@uni-plovdiv.bg](mailto:estoyanova@uni-plovdiv.bg)