

<https://doi.org/10.53656/ped2024-2s.03>

Innovative Educational Technologies
Иновативни образователни технологии

СИНЕРГИЧЕН МОДЕЛ ЗА STEAM ОБУЧЕНИЕ ПО ПРИРОДНИ НАУКИ (ПЪРВИ ГИМНАЗИАЛЕН ЕТАП)

Светла Буковска

Център за оценяване на предучилищното и училищното образование – МОН

Резюме. В статията е представена информация какво представлява синергичният модел за обучение при изследване на сложни системи, каквато е и образователната система. Представа се и информация какво представлява STEAM обучението, като по-развит вариант на STEM обучението. Представени са резултати от задачи, включени във външното оценяване по природни науки – биология и здравно образование в първи гимназиален етап, отговарящи на поставените условия при две групи ученици, изучаващи интензивно чужд език и без интензивно изучаване на чужд език. Извадката е представителна за страната, но не е представителна за регионите и обхваща 2682 ученици. От теста са включени само отделни задачи, които отговарят на синергичния модел, а дължината на тестовете и за трите години е 15 задачи – 13 с избираем отговор и 2 със свободен отговор. Резултатите от еднократното апробиране на теста показват, че задачите притежават добри статистически характеристики. Налице е статистически значима разлика в постиженията на учениците в полза на тези с интензивно изучаване на чужд език.

Ключови думи: синергичен модел; тестиране; STEAM

Въведение

Системният анализ е базисен за изследване процеса на обучение като системен обект. Всяко явление, процес или обект може да се разглежда като система, но само от ъгъла на човешкото познание. В познанието човек мислено отделя част от обективната реалност и я изследва самостоятелно като система в зависимост от целите, които си поставя. От позициите на системния анализ образователната система трябва да се разглежда като сложна система, функционираща на принципа на обратната връзка (Tzanova & Raycheva 2012). В този смисъл е важно образователната система да се анализира от гледна точка на синергичния подход. Според В. А. Рабош „на първо място в методологическата и евристична стойност на синергетиката за образователната система се заключава в това, че тази теория

разкрива универсални модели на саморазвитие и функциониране на системи от различно естество, разположени в условия, отдалечени от равновесие“ (Rabosh 2005). Според автора това би помогнало за по-доброто разбиране на принципите, на базата на които може да се изгради образователната система, основана на създаването на модел за обучение и образование.

Образованието отдавна се разглежда през призмата на системния подход, особено когато става дума за системни изследвания в областта на управленските процеси. Този подход е необходим, когато се изследват сложни системи, към които причисляваме и образователната.

Според В. Буданов би трябвало да се говори за:

- синергетика за образование (synergetic for) – това представляват интегративни курсове по синергетика, съобразени с възрастовите особености на учениците в различните образователни степени на средното училище, но представящи целостта на света, в който живеем;

- синергетика в образованието (synergetics in) – илюстриране принципите на синергетиката във всяка отделна естественонаучна или хуманитарна дисциплина там, където се изучават процеси с тяхното възникване и развитие, и също така там, където може да се осъществи междудисциплинарен подход;

- синергетика на образованието (synergetics of) – синергетика, приложена на практика към самия процес на образование, формиране на личността и изграждане на нейната образованост чрез нови методи, в които се прилагат синергетически подходи (Budanov 1996, p. 14).

Според Б. Мукушев (Mukushev 2008) синергетиката в педагогиката трябва да се разглежда по два начина:

- в контекста на метод;

- в контекста на съдържанието на образованието.

В първия случай говорим за синергетичен подход, както и за синергичен анализ на учебно-педагогическия процес, на синергетичния начин на организация и управление на учебния процес и възпитание.

Вторият аспект на проблема с участието на теорията за самоорганизацията в образованието включва обучението на ученици и студенти в синергетични знания и формиране у учениците на синергетичен поглед към света.

Обобщавайки различните възгледи за внедряване на синергетичния подход в организацията и управлението на образователната система, авторите стигат до извода, че идеите на синергетиката трябва да намерят място в следните сфери:

- в процеса на обучение като метод за управление на учебно-възпитателния процес и като метод на познанието и изследване на самия педагогически процес;

- в проектирането на съдържанието на дисциплините, в качество на

учебния материал, необходим за формиране на методологически и синергетически знания и умения;

– в модернизация на образованието като метод за реализация на идеите за хуманизация, екологична насоченост и интеграция (Raycheva 2019), както и като педагогическо средство за развитие на личността и формирането на културни ценности и синергетичен стил на мислене (Mukushev 2008).

Същност на идеята за STEM и STEAM като изследователско направление

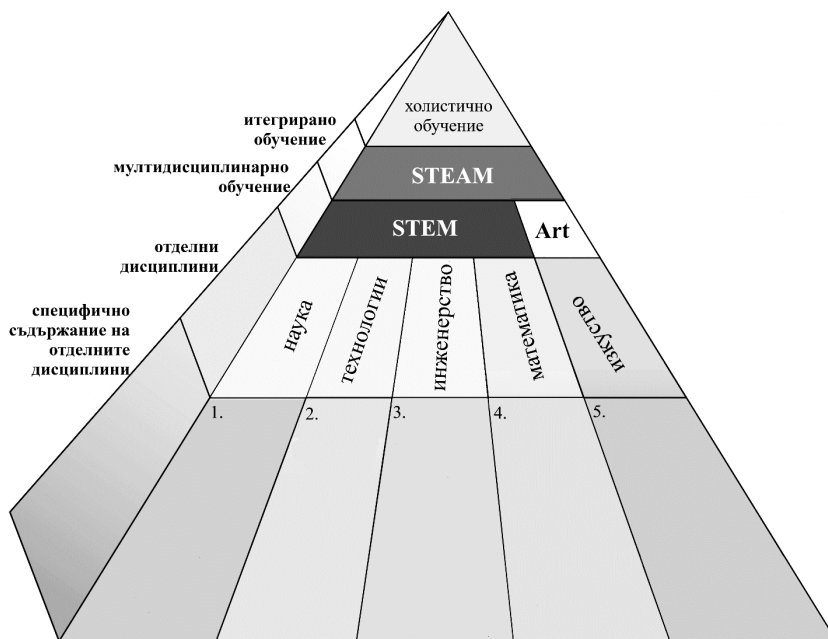
STEAM образованието предлага интердисциплинарен, цялостен подход към образованието, който подготвя учениците за по-нататъшно обучение, както и за тяхната бъдеща професионална реализация¹. Рамката STEAM не само учи учениците как да мислят критично, да решават проблеми, да използват креативност и да работят в сътрудничество.

STEAM като абревиатура идва от английските думи за наука, технология, инженерство, изкуство и математика. Разширение на STEM образованието, създадено през 2001 г., STEAM образованието добавя изкуството към съществуващия набор от тематични предмети.

STEAM образованието има следните цели:

- стимулира иновациите, като насърчава работодателите да поставят акцент върху изкуствата при набирането на персонал;
- насърчава включването на множество области на изкуството като приоритети в развитието на образователните системи;
- подобрява STEM образованието и научните изследвания, като интегрира изкуствата.

Въз основа на тези цели ползата от STEAM образованието е в подобряване на качеството, вариативността, иновациите чрез прилагане на мултидисциплинарни подходи.



Фигура 1. STEAM пирамида²

Според G. Уакман (2008) представените на фигура 1 отделни дисциплини обхващат следните области.

1. Наука – включва биология, физика, химия, геонауки, космическа наука и биохимия (включително история на науката, концепции, процеси и проучвания).

2. Технологии – включва биотехнологии и медицина (комбинирано с науката), технологиите, технология и общество, създадените от човека технологии във медицината, селското стопанство, биотехнологиите, строителство, производство, информационни и комуникационни системи, транспорт, енергетика.

3. Инженерство – включва креативно и логическо мислене, базирани на математиката и науката. Създаването на технологии от хората за: авиацията и Космоса; архитектура; селското стопанство; химическата промишленост; компютърните системи и технологии; електрически централи; околната среда; промишлеността; използването на различни материали; военноморски системи; ядрена енергия и т.н.

4. Математика – включва числа и операции с тях, алгебра, геометрия, измерване, анализ на данни и вероятности, решаване на проблеми, разсъждения и доказателства (включително тригонометрия, смятане и теории).

5. Изкуство – изцяло изобразително изкуство, приложно изобразително изкуство, различна литература (включително – социологическа, за образование, политическа, философска, теологична, психологична, историческа и други).

Според Shatunova et al. (2019) идеята за всестраниното обучение се доразвива и с други аспекти на личностното развитие към чисто техническата концепция на STEM³. Така че има системи, в които наред с науката, технологиите, инженерството и математиката, изкуството (от английски ART) – това е STEAM, включва музика (на английски Music) – става STEMM, четене (Reading заедно с изкуството) става STREAM.

Цел и основание за изследването

Изследването е проведено с цел установяване постигането на очакваните резултати, заложили учебните програми по *биология и здравно образование* в VIII, IX и X клас⁴, и допълнителни цели:

- да се установи степента на усвояване на знанията, уменията, отношенията и нагласите на учениците по *биология и здравно образование*, което е свързано с формиране на компетентности по природни науки (познаване на основни природни закономерности, принципи и методи на научното познание; способност да се използват научни данни за аргументиране на факти; използване на изследователски подход при решаване на проблеми от различни области на живота) като част от формирането на природонаучната грамотност;

- да се провери налични ли са дефицити при използване на модели (формули, графики, схеми) за решаването на различни проблеми, които формират математическата грамотност на учениците;

- да се установят уменията за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот и спорт.

В този смисъл, някои от задачите в проведеното изследване по биология и здравно образование интегрират биология и математика или други природни науки.

Дизайнът на външното оценяване предвижда трикратно оценяване на едни и същи ученици върху тестов материал, изготвен на базата на тестова спецификация, така че да се провери динамиката на формиране и надграждане на компетентности по природни науки.

Извадката е представителна за страната и се състои от 2682 ученици от всички региони, но не е представителна за регионите.

Етапи на изследването:

- изследването започва през учебната 2017/2018 година с представителна извадка, включваща ученици от всички региони, които изучават биология и здравно образование в VIII клас;

– през учебната 2018/2019 година продължава със същите ученици върху учебното съдържание от IX клас и с учениците в IX клас, които изучават учебния предмет *биология и здравно образование* по рамков учебен план с годишен хорариум 90 часа, който обхваща учебното съдържание за VIII и IX клас. Изследвани са върху учебното съдържание и за двата класа;

– изследването не може да продължи и през учебната 2019/2020 година със същите учениците в X клас с общата целева извадка върху учебното съдържание за X клас. То се проведе в началото на 2020/2021 учебна година заради пандемичната обстановка в страната. Обхваща същата извадка;

– отношението и нагласите на учениците към *биология и здравно образование* се проучиха чрез провеждането на анкети през 2017/2018 учебна година за учениците без интензивно изучаване на чужд език (без ИИЧЕ). За учениците с интензивно изучаване на чужд език (ИИЧЕ) изследването е проведено през 2018/2019 учебна година.

Тестът за изследването е предназначен да измерва очакваните резултати, заложили в новите учебни програми по биология и здравно образование в VIII, IX и X клас⁴, с акцент върху формирането и развитието на компетентности по природни науки. Той съдържа 15 задачи – 13 задачи са с избираем отговор и 2 със свободен отговор. Задачите с избираем отговор са с три дистрактора и един правилен отговор. Задачите със свободен отговор изискват кратък отговор от тестираните.

Тест-спецификацията е изготвена въз основа на обобщените данни от проведена анкета с учители по биология и здравно образование и експерти по природни науки от всичките 28 региона от страната. Чрез определените от тях най-значими очаквани резултати, задаващи акценти върху формирането и развитието на ключови компетентности по природни науки, експертна комисия, в състава на която влизат представители на академичната общност, учители, експерти от РУО и ЦОПУО, утвърдиха тест-спецификацията. Въз основа на нея е изработен тестът, използван при измерването.

Правилен отговор на всяка от задачите с избираем отговор се оценява с 1 точка. Максималният бал на едната задача със свободен отговор е 2 точки, а за другата задача – 3 точки. Максималният бал, който може да се получи на теста, е 18 точки.

Резултати и дискусия

Представените в таблица 1 задачи показват, че учениците от двете групи се справят по различен начин със задачи със синергетичен подход към оценяването. Учениците без ИИЧЕ се затрудняват при изпълнение на задачи, които изискват очакван резултат обработване на информация от различни източници (при дадена цел). Вероятната причина за тези резултати е, че

чисто математически изчисляването на процент затруднява учениците без ИИЧЕ. Това са задачи 1., 2., 5. Те са сравнително лесни за учениците с ИИЧЕ, които ги решават малко над 50%.

Учениците и от двете групи са постигнали добри резултати на задача 3. Тя е сравнително лесна за тях. Тя е върху очакван резултат: *използва информация от различни източници за анализ на конкретни ситуации и избор на решение*. За учениците с ИИЧЕ е извънредно лесна. Учениците с лекота са се справили с кръговата диаграма, като източник на информация.

Задача 4. е синергична между биология и физика. Тя е трудна за учениците без ИИЧЕ, но е лесна за учениците с ИИЧЕ. Задачата е с кратък свободен отговор, вероятно това е повишило нейната трудност за учениците без ИИЧЕ. Максималният брой точки са 3.

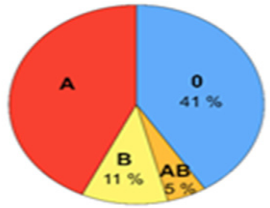
Таблица 1. Резултати от решението на задача 4

Задача 4. с кратък свободен отговор			
Брой точки	Ученици без ИИЧЕ	Ученици с ИИЧЕ	Статистическа разлика в резултатите
0 т.	27	11	има
1 т.	7	4	има
2 т.	4	4	няма
3 т.	32	72	има
Без отговор	30	9	има

От таблица 2 се вижда, че има голям процент (30%) ученици без ИИЧЕ, които не отговарят на задачата, независимо че от тях се изисква много кратък свободен отговор. Достатъчно е да напишат цифрите на верните позиции, за които се пита в задачата, за да получат пълен кредит от три точки. Много ученици – 27%, са с 0 точки. Има статистически значима разлика при всички параметри между двете групи ученици, без спрямо тези, които са постигнали 2 точки (Bizhkov 1992; Bizhkov & Kraevski 2007).

Задача 6 затруднява и двете групи ученици. Генерира повече грешни, отколкото верни отговори и в общата група, и поотделно при учениците със и без интензивно изучаване на чужд език. Особено силно това е при групата без интензивно изучаване на чужд език – дистрактор А) 39%, дистрактор Б) 29%, дистрактор В) 16%, верен отговор Г) 15%). Задачата изцяло изисква умения за анализ на информацията. Тук не се касае за незнание на даден фрагмент от учебното съдържание по биология. Вероятно тъй като е за процент, но съобразен и през конкретната ситуация в задачата, трябва да се съобразяват повече от едно условия.

Таблица 2. Задачи, демонстриращи синергетичен подход в оценяването между биология и други природни науки, както и данни за трудността им при ученици без ИИЧЕ и с ИИЧЕ

№	Измервана компетентност	Задача	Трудност при учениците без ИИЧЕ	Трудност при учениците с ИИЧЕ
1.	Обработва информация от различни източници (при дадена цел)	Зъбна диаграма на Иван Петров  При преглед зъболекарят установил, че Иван има 9 зъба с кариес, като отразил това върху зъбната му диаграма. Разгледайте зъбната диаграма и пресметнете какъв процент от кътниците на Иван са поразени от кариес? А) 12,5% Б) 18,75% В) 21,8% Г) 58,3%	22%	55%
2.	Обработва информация от различни източници (при дадена цел)	Дневната нужда от енергия за юноши от 10 до 14 години е около 2000 калории. Като знаете, че в един банан има приблизително 95 калории, то какъв процент от необходимите дневни калории ще получите, ако изядете два банана? А) 1,5 Б) 5,5 В) 7,5 Г) 9,5	28%	55%
3.	Използва информация от различни източници за анализ на конкретни ситуации и избор на решение	На диаграмата са представени данни за разпространението на кръвните групи сред населението на Балканския полуостров. Съставителят на диаграмата обаче е забравил да попълни процента (%) на носителите на кръвна група А.  Колко % от населението в региона са от кръвна група А? А) 40% Б) 41% В) 43 % Г) 45%	68%	93%

4.	Прилага алгоритми за наблюдение по даден план и ориентир	На графиката са представени различни позиции на тялото (легнал, изправен и седнал) и съответното налягане върху гръбначния стълб. Изберете и запишете за всяка от трите позиции на тялото (А, Б и В) този вариант, при който върху гръбначния стълб се оказва най-ниско налягане. А) Позиция легнал: Б) Позиция изправен: В) Позиция седнал:	37%	76%
5.	Проучва, анализира и поддържа информация от различни източници за приложение на знанията за структура и процеси в клетката и прилага алгоритми за наблюдение в различни условия.	Ако в една молекула ДНК има 20% нуклеотида с аденин (А), то колко % са нуклеотидите с гуанин (Г) в молекулата? А) 10 Б) 20 В) 30 Г) 60	40%	52%

6.	Използва и обработва (при дадена цел) информация от различни източници за анализ на конкретни ситуации и избор на решение.	В резултат от затоплянето на климата у нас се появяват „инвазивни“ видове (видове пришълци), които изместват характерни за българската флора и фауна видове и пренасят бактерии и вируси, причиняващи непознати за страната ни заболявания. С колко % (вж. графиката) се е увеличил броят на инвазивните видове безгръбначни животни за периода 1980 – 2009 г.? Инвазивни видове в България за периода 1980 - 2009 <table><caption>Инвазивни видове в България за периода 1980 - 2009</caption><tr><th>Период</th><th>растения</th><th>безгръбначни животни</th><th>гръбначни животни</th></tr><tr><td>1980 - 1989 г.</td><td>120</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>1990 - 1999 г.</td><td>140</td><td>10</td><td>10</td></tr><tr><td>2000 - 2009 г.</td><td>160</td><td>10</td><td>20</td></tr></table> ■ растения ■ безгръбначни животни ▨ гръбначни животни А) 25% Б) 50% В) 75% Г) 100%	Период	растения	безгръбначни животни	гръбначни животни	1980 - 1989 г.	120	10	10	1990 - 1999 г.	140	10	10	2000 - 2009 г.	160	10	20	15%	34%
Период	растения	безгръбначни животни	гръбначни животни																	
1980 - 1989 г.	120	10	10																	
1990 - 1999 г.	140	10	10																	
2000 - 2009 г.	160	10	20																	

Изводи и обобщения

Има статистически значима разлика между резултатите на учениците от двете групи както в задачите, измерващи конкретни очаквани резултати на ниво учебна програма, така и при този тип задачи, интегриращи две от STEAM науките – природни науки (биология и здравно образование и математика или физика и астрономия). Затова е много важно добре да се обмисли въвеждането на такъв тип задачи в НВО след VII и X клас, каквито са намеренията на МОН. Ако все пак това се наложи, да се апробира моделът и след обстоен анализ да се предприемат действия в тази посока. Важно е да се отбележи, че подобен подход в преподаването и оценяването не е предвиден в учебните програми⁴, където не е интегрирана биологията с математиката, както се предвижда.

За да се практикува синергетичен подход в преподаването и оценяването, е необходимо да се променят учебните програми. Необходимо е съдържателно, технологично и методическо осигуряване на учителите по биология и здравно образование. Въвеждането на концепции, без да се апробират предварително, ще доведе до неподготвеност на участниците в процеса на обучение за създадените промени. От друга страна, изграждането на STEAM среда за обучение със създаването в много училища в България на STEM среда, ще даде възможност да се повиши практическата насоченост на образованието, но това изисква време. Все пак, когато се оценяват учениците, трябва да са постигнали резултатите на ниво учебна програма. Затова е нуж-

на качествена промяна в програмите, където тези промени да са отразени, и е необходимо в тази връзка да се намалят теоретичните знания, което би следвало да се извърши от екип от специалисти в областта на методиката, биологията и науката.

БЕЛЕЖКИ

1. https://pedagogika.bg/kakvo-e-steam-obrazovanie-i-zastho-e-vazhno/?gclid=EAIaIQobChMI6o_GiOOrgAMVGYxoCR2oZAdBEAAYASAAEgKLxuD_BwE
2. https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1220702.pdf>
3. УЧЕБНИ ПРОГРАМИ ПО БИОЛОГИЯ И ЗДРАВНО ОБРАЗОВАНИЕ ЗА VIII, IX и X клас. <https://web.mon.bg/bg/28>
4. YAKMAN, G. 2008. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education

ЛИТЕРАТУРА

- БИЖКОВ, Г. Х., 1992. *Теория и методика на дидактическите тестове*. София: Просвета.
- БИЖКОВ, Г. Х. & КРАЕВСКИ, В., 2007. *Методология и методи на педагогическите изследвания*. София: Св. Климент Охридски.
- БУДАНОВ, В. Г., 2006. Методология и принципи синергетики. *Філософія освіти*, Т. 1, № 3, с. 143 – 172.
- БУДАНОВ, В. Г., 2009. *Методология синергетики в постнекласической науке и в образовании*. Москва: Издательство ЛКИ.
- БУКОВСКА, С.; ХАДЖИАЛИ, И., 2022. Резултати от външното оценяване по биология и здравно образование – VIII клас (2018/2019 г.). *Обучение по природни науки и върхови технологии*, Т. 31, № 1, стр. 85 – 99.
- БУШЕВ, М., 1992. *Синергетика, хаос, ред, самоорганизация*. София: Университетско издателство Св. Климент Охридски.
- МУКУШЕВ, Б. А., 2008. Синергетика в системе образования. *Образование и наука*, Т. 3, № 51, с. 107 – 122.
- РАБОШ, А. В., 2004. Синергетика образования человека. *Успехи современного естествознания*, № 3, с. 82-83.
- РАЙЧЕВА, Н.С., 2019. *Междупредметната интеграция в средното училище*. София: УИ Св. Климент Охридски.

- ЦАНОВА, Н.В. & РАЙЧЕВА, Н.С., 2012. *Методика на обучението по биология – теория и практика*. София: Пенсофт.
- SHATUNOVA, O.; ANISIMOVA, T.; SABIROVA, F. & KALIMULLINA, O., 2019. STEAM as an Innovative Educational Technology. *Journal of Social Studies Education Research*, vol. 10, no. 2, pp. 131 – 144.

REFERENCES

- BIZHKOV, G.H., 1992. *Teoriya i metodika na didakticheskite testove*. Sofia: Prosveta [In Bulgarian].
- BIZHKOV, G.H. & KRAEVSKI, V., 2007. *Metodologiya i metodi na pedagogicheskite izsledvaniya*. Sofia: SU St. Kliment Ohridski [In Bulgarian].
- BUDANOV, V. G., 2009. *Methodology of synergetics in post-non-classical science and education*. Moskva: Publishing house LKI [In Russian].
- BUDANOV, V. G., 2006. Methodology and principles of synergetics. *Philosophy of enlightenment*, vol. 1, no. 3, pp. 143 – 172 [In Russian].
- BUKOVSKA, S., HADJIALI, I., 2022. Results of the external assessment in biology and health education – VIII grade (2018/2019 school year). *Journal of Natural Sciences and Advanced Technology Education*, vol. 31, no. 1, pp. 85 – 99 [In Bulgarian].
- BUSHEV, M., 1992. *Synergetics, chaos, ed., self-organization*. Sofia: University Publishing House St. Kliment Ohridski.
- MUKUSHEV, B. A., 2008. Sinergetika v sisteme obrazovaniya. *Obrazovaniye i nauka*, vol. 3, no. 51, pp. 107. – 122 [In Russian].
- RAYCHEVA, N.S. 2019. *Interdisciplinary integration in secondary school*. Sofia: Sofia University St. Kliment Ohridski [In Bulgarian].
- SHATUNOVA, O.; ANISIMOVA, T.; SABIROVA, F. & KALIMULLINA, O., 2019. STEAM as an Innovative Educational Technology. *Journal of Social Studies Education Research*, vol. 10, no. 2, pp. 131 – 144. [In English].
- STOYANOVA, F., 1996. *Testologiya za uchiteli*. Sofia: Atika [In Bulgarian].
- TZANOVA, N.V. & RAYCHEVA, N., 2012. *Methods of learning biology: theory and practice*. Sofia: Pensoft [In Bulgarian].

A SYNERGIC MODEL FOR STEAM LEARNING IN SCIENCES (FIRST HIGH SCHOOL STAGE)

Abstract. The article presents information about what the synergistic learning model is when studying complex systems such as the education system. Information is also presented on what STEAM education is, as a more developed version of STEM education. The results of tasks included in external assessment in natural sciences – biology and targeted education for the first high school stage are presented, meeting the set conditions for two groups of students intensively studying a foreign language and without intensive foreign language study. The sample is representative of the country, but not representative of the regions, and includes 2,682 students. From the test, only individual tasks that correspond to the synergistic model are included, and the length of the tests for the three years is 15 tasks – 13 with a selectable answer and 2 with a free answer. The results of the single trial test show that the tasks have good statistical characteristics. There is a statistically significant difference in student achievement in favor of those with intensive foreign language study.

Keywords: synergistic learning; STEAM; testing

✉ **Mrs. Svetla Bukovska, PhD student**

ORCID iD: 0000-0002-4165-5826

Center for Assessment in Pre-school and School Education

Sofia, Bulgaria

E-mail: s.bukovska@mon.bg