

ФОРМИРАНЕ НА МИСЛОВНИ УМЕНИЯ ОТ ПО-ВИСОКО НИВО ЧРЕЗ STEM ОБУЧЕНИЕ ПО БИОЛОГИЯ И ЗДРАВНО ОБРАЗОВАНИЕ (VII КЛАС)

Калина Иванова,
доц. д-р Делка Карагъзова-Дилкова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. В статията се представят резултати от дидактически тестове, които са проведени с 46 ученици от ОУ „Яне Сандански“ – Пловдив, преминали STEM обучение по биология и здравно образование (VII клас) през учебната 2022/2023 година. Част от въпросите измерват степента на формираните у учениците когнитивни умения за анализиране, оценяване и създаване. Свързаните с тях умения за решаване на проблеми и критично мислене оглавяват списъка на работните умения на бъдещето. Постигнатите от учениците резултати показват повишаване на мисловните им умения от по-висок порядък. Получените данни демонстрират положително въздействие на STEM обучението по биология и здравно образование върху формирането и развитието на тези умения, необходими за успешната реализация на съвременните ученици.

Ключови думи: STEM обучение; биология; здравно образование

Въведение

Голяма част от съвременното образование е посветено на подготовката на учениците за работни места, които бързо остаряват (Felder & Brent 2016). По-широкото внедряване на технологиите е свързано с промяна на търсените умения в работните места през следващите години и липсата на умения ще продължи да бъде голяма¹. Проучване сред работодатели отбелязва сериозни пропуски между уменията, от които се нуждае работната им сила, и уменията, които новите им служители имат. Интелектуални и практически умения като критично мислене, аналитични разсъждения, решаване на сложни проблеми, работа в екип, информационна грамотност и иновации, устна и писмена комуникация и креативност се класират значително по-високо от технологичните умения и количествените разсъждения (Felder & Brent 2016).

Според доклад на Световния икономически форум десетте най-ценни и търсени работни умения на утрешния ден са:

1. аналитично мислене и иновации;
2. активно учене и стратегии за учене;
3. решаване на сложни проблеми;
4. критично мислене и анализ;
5. креативност, оригиналност и инициативност;
6. лидерство и социално влияние;
7. използване, мониторинг и контрол на технологиите;
8. технологично проектиране и програмиране;
9. гъвкавост, устойчивост на стрес, приспособимост;
10. разсъждение, решаване на проблеми и идеи.

Тези умения на бъдещето са групирани в четири категории:

- Решаване на проблеми (1, 3, 4, 5, 10)
- Самоуправление (2, 9)
- Работа с хора (6)
- Използване и развитие на технологиите (7, 8)¹.

По-голямата част от гореизброените често са пренебрежително етикетирани като „меки умения“, което неправилно предполага, че те налагат по-ниски интелектуални изисквания от „твърдите умения“ по математика и наука и сега са по-подходящо обозначени като „професионални умения“.

Мисловни умения от по-високо ниво

Различните учебни цели поставят различни интелектуални изисквания към учениците. Някои изискват запаметяване, други – рутинно прилагане на принципи и методи, а трети – решаване на проблеми на високо ниво. В началото на 50-те години на миналия век екип от учени, ръководен от Бенджамин Блум от Чикагския университет, организира целите в три области – когнитивна (интелектуални резултати, включително придобиване на знания, концептуално разбиране и умения за мислене и решаване на проблеми); афективна (емоционални резултати, включително развитие на интереси, нагласи и ценности) и психомоторна (резултати от двигателните умения, включително провеждане на лабораторни и клинични процедури). За всеки домейн е определен йерархичен набор от нива. Преподаването и оценяването в обучението на учениците включват цели предимно в познавателната област на Блум. През 2001 г. група от когнитивни психолози и специалисти по учебни програми, тестване и оценка в образованието публикуват ревизирана версия на таксономията на Блум (Anderson et al. 2001). В нея, за разлика от оригиналната таксономия, познанието има две измерения: знание и познавателен процес. Знанието е съдържанието по предмета и има четири категории: фактологично, концептуално, процесуално и метазнание. Измерението познавателен процес показ-

ва какво трябва да се направи с предметното съдържание. Познавателният процес отразява различни форми на мислене, а тъй като мисленето е активен процес се използват глаголни форми. Това измерение има шест категории, както и в оригиналната таксономия, но те са преименувани и преобразувани.

VI. Създаване – обединяване на елементи, за да образуват ново, съгласувано цяло или да направят оригинален продукт.

V. Оценяване – правене на преценки въз основа на критерии и стандарти.

IV. Анализирание – разделяне на материала на съставните му части и откриване как частите са свързани една с друга и към цялостната структура или цел.

III. Прилагане – използване на наученото, прилагане на принципи, правила, концепции, методи в дадени ситуации.

II. Разбиране – представяне смисъла на изучаваното чрез различни форми, интерпретации, сравнения, включително устна, писмена и графична комуникация.

I. Запомняне – извличане на съответните знания от дългосрочната памет (Anderson et al. 2001).

Долните три нива на когнитивната област (запомняне, разбиране и прилагане) често се наричат мисловни умения от по-ниско ниво, а трите най-високи нива (анализиране, оценяване и създаване) са по-високо ниво мисловни умения (Felder & Brent 2016).

Ревизираната таксономия различава знанието „какво“, т.е. съдържанието на мисленето от знанието „как“, т.е. процедурата на мисленето, която се използва за решаването на проблема. За всяко знание се определя нивото на когнитивното познание, например разбирането се свързва със създаване на значения за различните видове знания, които може да са фактологични, концептуални, процедурни или метакогнитивни. Фактите (проверени научно данни) могат да се помнят, да се разбират (да се свързват причинно с други факти), да се прилагат (да се използват за доказване на дадена хипотеза), да се анализират, да се оценяват (да се посочат методи за получаването им и да се сравнят по надеждност), да се създават (индуктивно при експеримент) (Gaydarova & Georgiev 2018).

У учениците няма да се формират умения за мислене на високо ниво, ако те: само запаметяват и възпроизвеждат информацията (разпознават, изброяват, описват, посочват, припомнят и др.); разбират и обясняват най-общо понятията и идеите (тълкуват, перифразират, класифицират, разясняват и др.); нито пък ако прилагат информацията в познати ситуации и прилагат правила (провеждат, използват, осъществяват, изпълняват и др.). Умения за мислене на по-високо ниво ще се развият, когато учениците са ангажирани и анализират информация за проучване на знания и взаимовръзки (организируют, реконструират, задават въпроси, правят изводи и др.); оценяват решението или начина

си на действие (преценяват, проверяват, формулират хипотези, критикуват, експериментират); създават нови идеи, продукти, гледни точки (генерират, проектират, конструират, планират, изработват, изобретяват и др.). Така високите нива на мислене са свързани с трите категории на познавателния процес: анализиране, оценяване и създаване в ревизираната таксономия на Блум (Gendzhova 2012).

Именно формирането у учениците на тези три когнитивни категории е цел на изследването, защото справянето с реалните житейски проблеми, които се характеризират с комплексност и липса на алгоритъм, изисква прилагане на уменията за мислене от по-високо ниво. С тяхна помощ човек разбира същността на изучаваните предмети и явления; открива закони и закономерности, принципи и правила, начини и норми на живот; предвижда хода на процеси и събития, разкрива тенденции за развитие и бъдещо поведение; участва в конструктивна, съзидателна и творческа дейност; съзнателно и разумно ръководи и контролира собственото си индивидуално и социално поведение.

STEM обучение и мисловни умения от по-високо ниво

Преподаването и ученето през 21-ви век с помощта на STEM е един от ключовете за ефективно, смислено обучение и задълбочено разбиране, което може да свърже науката, технологиите, инженерството и математиката. STEM трябва да включва елементи на решаване на проблеми, научно, критично и творческо мислене, които могат да подобрят мисловните умения от високо ниво у учениците (Baharin, et al. 2018). Изследванията на редица автори (Sirajudin et al. 2021; Parno et al. 2021; Mukhlis et al. 2023) водят до заключения за положителен ефект на STEM обучението върху подобряване на мисловните способности от високо ниво на учениците. Учениците демонстрират по-добри мисловни умения на ниво анализ. На това ниво могат да описват и решават проблеми точно и правилно. На ниво оценка могат да изследват последователностите и несъответствията и да направят разумни заключения от проблем. На нивото на създаване учениците могат да проектират или съставят нови проблеми (Mukhlis et al. 2023) и подобряват своите способности за творческо мислене (Sirajudin et al. 2021).

В настоящия дидактически експеримент 46 ученици от VII клас на ОУ „Яне Сандански“ – Пловдив, през учебната 2022/2023 година преминават експериментално STEM обучение. То включва поредица от STEM уроци и STEAM проект, разработени върху учебно съдържание, свързано с едноклетъчните организмови царства Монера и Протиста:

1. „1, 2, 3 бактерията раздвижи!“
2. „Расти, колонийке, расти!“
3. „Докторе, кажи!“
4. „Пробиотикът, с който се гордеем“

5. „Резистентните атакуват!“

6. „Сега я втасахме!“

7. „N-та световна антибактериална война“ (STEAM проект).

Уроците са разработени по методически модел, повлиян от моделите BSCS 5E (Bybee et al. 2006) и 6E Learning byDeSIGN™ (Barry 2014) за интегриране на STEM. Планирането и реализирането на STEM урок по модела се осъществява в следните етапи.

– Мотивиране – прави се връзка между предходен и настоящ учебен и/или житейски опит на учениците. Установяват се погрешни схващания и се разкрива мисленето им за резултатите от протичащите дейности. Поставя се учебната задача. Учениците се включват психически в понятията, теориите или практиките, които трябва да бъдат проучени.

– Експеримент/проучване – учениците развиват настоящите концепции, практики и умения, като правят теоретични проучвания, наблюдения на заобикалящата ги среда, експериментират или манипулират с материали.

– Обяснение – вниманието на учениците се съсредоточава върху определен аспект от техните резултати от експеримента/проучването. Предоставят се възможности да изразят вербално своите концептуални разбирания или да демонстрират своите умения или поведение. Предоставят се възможности за учителите да въведат определение за понятие, разяснения за практика, умение или поведение.

– Прилагане на интегрирани STEM знания и умения – предизвиква и разширява концептуалното разбиране на учениците чрез включването им в дейности с възможност за прилагане на практика желаните умения и поведение. Учениците използват изучените за естествения свят концепции, практики и нагласи и ги прилагат към създадения от човека (проектиран) свят, за да развият по-добро разбиране на проблемната тема. Използват научното изследване и го интегрират с инженерни практики, за да вземат собствени информирани дизайнерски решения на проблема и да създават творчески решения, използвайки ресурси, моделиране, дизайн като основа за разработване, изграждане, усъвършенстване, оценка и препроектиране.

– Оценка – учениците оценяват своето разбиране и способности. Учителите оценяват напредъка на учениците към постигане на очакваните резултати.

Инструментариум и резултати

Инструментариумът за установяване нивото на усвоените от учениците знания и формираните умения включва два критериални теста: претест за установяване равнището на знания и умения преди прилагане на експериментално STEM обучение и посттест за отчитането им след прилагане на експерименталното обучение. Това са тестове с подобно съдържание и форма с цел да се сравнят постиженията на учениците преди и след обучението. Задачите

са конструирани за оценяване и на шестте нива на когнитивни умения, като в таблица 1 е представена тестовата спецификация (Tsanova & Raycheva 2012) само за въпросите и задачите, с които се проверява формирането на умения за анализиране, оценяване и създаване.

Таблица 1. Спецификация на задачите за определяне нивото на мисловните умения от по-висок порядък в пре- и посттест

Критерии	Показатели		№ въпрос в ПРЕ-тест	точки	№ въпрос в ПОСТ-тест	точки
Анализиране	Умения за анализиране	Анализира и интерпретира данни (схеми, таблици, графики, диаграми, текст) и прави изводи, прогнози.	1.4 2.4 2.8	2т 2т 1т	2.1 4.1 4.2	2т 1т 1т
		Умения за решаване на проблеми	2.5	1т	1.4	2т
		Установява причинно-следствени връзки между променливи.	2.3	1т	3.2	1т
Оценяване	Умения за оценяване и критично мислене	Оценява алтернативни твърдения, гледни точки и аргументира, подкрепя избора си с научни доказателства.	1.5	3т	4.4	3т

Създаване	Умения за създаване	Планира, проектира, конструира, формулира, предлага решения, генерира идеи, създава авторски творчески продукт.	1.7	3т	4.5	3т
Претест въпроси с: – множествен избор с три дистрактора: 3 – с алтернативен отговор: 2 – с разширен отговор: 2 Общ брой задачи: 7 Общ брой точки: 13			Посттест въпроси с: – множествен избор с три дистрактора: 2 – с алтернативен отговор: 1 – с кратък отговор: 2 с разширен отговор: 2 Общ брой задачи: 7 Общ брой точки: 13			

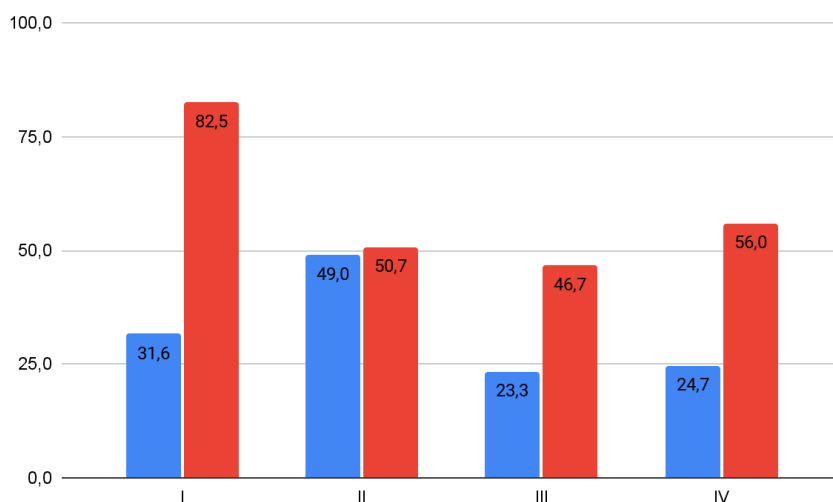
Наред с авторските задачи в тестовите² са включени и задачи по природни науки, които са използвани при провеждането на изследвания PISA и при разработването и апробирането на тестове за PISA³. Както се вижда от табл. 1, задачите по показатели „Анализира и интерпретира данни (схеми, таблици, графики, диаграми, текст) и прави изводи, прогнози“ и „Идентифицира (определя, формулира) проблем“ в двата теста носят различен брой точки. Сравнението на постигнатите от учениците резултати се прави въз основа на успеваемост на учениците. Този показател (табл. 2) е отношение на среден брой точки, получен от учениците, към максимален брой точки за задачата, изразено в %.

Таблица 2. Данни за успеваемост на учениците

	Въпрос	Среден бр. точки	Макс. бр. точки	Успеваемост в %
Претест	1.4	0,43	2	21,5
	2.4	0,39	2	19,5
	2.8	0,76	1	76,0
	2.5	0,63	1	63,0
	2.3	0,35	1	35,0
	1.5	0,70	3	23,3
	1.7	0,74	3	24,7

Посттест	2.1	1,74	2	87,0
	4.1	0,91	1	91,0
	4.2	0,65	1	65,0
	1.4	0,91	2	45,5
	3.2	0,61	1	61,0
	4.4	1,40	3	46,7
	4.5	1,68	3	56,0

Анализът на обобщените данни (фиг. 1) показва повишаване на успеваемостта на учениците при решаване на задачи, които изискват прилагане на мисловни умения от по-висок порядък, след въздействието на експерименталното STEM обучение и по трите нива – анализиране, оценяване и създаване. Резултатите потвърждават посочените в литературния обзор заключения за положителния ефект на STEM обучението върху подобряване на мисловните способности от високо ниво на учениците.



Легенда: ■ Претест (вход) ■ Посттест (изход) I. Умения за анализиране; II. Умения за решаване на проблеми; III. Умения за оценяване; IV. Умения за създаване

Фигура 1. Успеваемост на учениците (в %) преди и след провеждане на STEM обучение по биология и здравно образование (VII клас)

Заклучение

Постигнатите от учениците резултати са обнадеждаващи по отношение на положителното въздействие на STEM обучението към формиране и развиване на набор от умения, които в бъдеще ще ги направят конкурентни на пазара на труда. В подкрепа на политиката на МОН за увеличаване на приема след VII клас в посока на STEM профили и професии, STEM обучението е в помощ и за професионалното ориентиране на седмокласниците, като ги снабдява с професионални умения на бъдещето.

БЕЛЕЖКИ

1. ДОКЛАД за бъдещето на професиите 2020, Световен икономически форум (последно влизане 11.01.2024 <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>).
2. ВЪПРОСИ от тестовите (последно влизане 11.01.2024 г. <https://docs.google.com/document/d/1yTsw-KQ3EU6UIIRZkW4wq5rvcPIqyfooMwK2wk-QyBw/edit?usp=sharing>).
3. ОИСР, 2009. Подготви се за PISA! Природни науки. Примерни задачи от програмата за международно оценяване на учениците (PISA) на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие. София: Просвета-София АД ISBN 978-954-01-2524-4.
4. ГАЙДАРОВА, М & ГЕОРГИЕВ, Г., 2018. Анализ на задачите в PISA по отношение на измерването на таксономично определените видове знания [online], ЦОПУО [viewed 30 March 2024]. Available from: <https://www.copuo.bg/category/76/node/542>.

ЛИТЕРАТУРА

- ГЕНДЖОВА, А., 2012. Мисловни умения на високо и ниско ниво, заложи в български и канадски учебни програми, *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, vol. 21, no. 1, pp. 60 – 70
- ЦАНОВА, Н. & РАЙЧЕВА, Н., 2012. *Методика на обучението по Биология. Теория и практика*. София: Пенсофт.
- ANDERSON, L. W., et al., 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- BAHARIN, N., et al., 2018. Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 8, no. 7, pp. 810 – 822.

- BARRY, N. B., 2014. 6E Learning byDeSIGN™ model: Maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom. *The Technology and Engineering Teacher*, vol. 68, no. 4, pp. 14 – 19.
- BYBEE, R.W. et al., 2006. *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- FELDER, R. M. & BRENT, R., 2016. *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- MUKHLIS, M., et al., 2023. Higher-Order Thinking Skills Through Problem-Based Learning Model Integrated with STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Approach in Solve-problems SPLTV (Three-Variable Linear Equation System). In: D. ADI et al. (eds.). *Proceedings of the 2nd Annual Conference of Islamic Education 2023 (ACIE 2023)*, pp. 78 – 82. Paris: Atlantis Press. ISBN 978-2-38476-182-1.
- PARNO, E., et al., 2021. The effectiveness of STEM approach on students' critical thinking ability in the topic of fluid statics. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1882, no. 012150, pp. 1 – 6. [viewed 30 March 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012150>.
- SIRAJUDIN, N., et al., 2021. Developing creativity through STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1806. 012211, pp. 1 – 5. [viewed 30 March 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012211>.

REFERENCES

- ANDERSON, L. W., et al., 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- BAHARIN, N., et al., 2018. Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, vol. 8, no. 7, pp. 810 – 822.
- BARRY, N. B., 2014. 6E Learning byDeSIGN™ model: Maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom. *The Technology and Engineering Teacher*, vol. 68, no. 4, pp. 14 – 19.
- BYBEE, R.W. et al., 2006. *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
- FELDER, R. M. & BRENT, R., 2016. *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

- GENDZHOVA, A., 2012. Mislovni umenia na visoko i nisko nivo, zalozheni v balgarski i kanadski uchebni programi, *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, vol. 21, no. 1, pp. 60 – 70 [in Bulgarian].
- MUKHLIS, M., et al., 2023. Higher-Order Thinking Skills Through Problem-Based Learning Model Integrated with STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Approach in Solve-problems SPLTV (Three-Variable Linear Equation System). In: D. ADI et al. (eds.). *Proceedings of the 2nd Annual Conference of Islamic Education 2023 (ACIE 2023)*, pp. 78 – 82. Paris: Atlantis Press. ISBN 978-2-38476-182-1.
- PARNO, E., et al., 2021. The effectiveness of STEM approach on students' critical thinking ability in the topic of fluid statics. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1882, no. 012150, pp. 1 – 6. [viewed 30 March 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012150>.
- SIRAJUDIN, N., et al., 2021. Developing creativity through STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1806. 012211, pp. 1 – 5. [viewed 30 March 2024]. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012211>.
- TSANOVA, N. & RAYCHEVA, N., 2012. *Metodika na obuchenieto po Biologia. Teoria i praktika*. Sofia: Pensoft [in Bulgarian].

HIGHER LEVEL THINKING SKILLS FORMATION THROUGH STEM LEARNING IN BIOLOGY AND HEALTH EDUCATION (7TH GRADE)

Abstract. The article presents the results of didactic tests that were conducted with 46 students from “Yane Sandanski” Primary School, Plovdiv, who underwent STEM training in biology and health education (7th grade) during the 2022/2023 school year. Some of the questions measure the degree of students’ cognitive skills for analysis, evaluation and creation. Related problem-solving and critical thinking skills top the list of job skills of the future. The results achieved by the students show an increase in their higher order thinking skills. The obtained data demonstrate a positive impact of STEM education in biology and health education on the formation and development of these skills necessary for the successful realization of modern students.

Keywords: STEM learning; biology; health education

Mrs. Kalina Ivanova, PhD Student

WoS Researcher ID: ADM-1406-2022

Department of Botany and biological education

Faculty of Biology

“Paisii Hilendarski” University of Plovdiv

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: ivanova.kalina@uni-plovdiv.bg

Dr. Delka Karagyozeva-Dilkova, Assoc. Prof.

Department of Botany and biological education

Faculty of Biology

“Paisii Hilendarski” University of Plovdiv

Plovdiv, Bulgaria

E-mail: dkarag@uni-plovdiv.bg