

СТЕМ ОБУЧЕНИЕ С ПРОЛОГ

Венета Табакова-Комсалова, Ласка Костадинова-Цанкова,
Атанас Дуковски

***Резюме.** Съвременното общество изисква образованието бързо да се адаптира към технологиите и да подготви конкурентно способни ученици, както в световен мащаб, така и в България чрез използване на различни инструменти и технологии за обучение. Начинът това да се случи е чрез интегриране на наука, технологии, инженерство и математика (STEM) в учебния процес. STEM е обучение, в което технологиите помагат на учениците да решават реални проблеми. Целта на статията е да представи реален пример от обучение в STEM среда, в който се въвежда изучаването на изкуствен интелект чрез логическо програмиране на езика Пролог. Примера е свързан с природните науки, информатика, математика и география. Прилагането на STEM обучение дава възможност на учители по различни дисциплини да работят в екип, а учениците да разберат значението на интегрирането на множество дисциплини.*

Ключови думи: обучение, образование, STEM, изкуствен интелект, Пролог.

Въведение

Бързото развитие в цифровата ера и новите технологии оказва дълбоко влияние върху обучението на учениците [1]. Международното общество за технологии в образованието (ISTE) изисква образованието да се адаптира към бързите технологии и да подготви учениците да са конкурентноспособни млади хора в международен план чрез използване на медии за електронно обучение в класната стая [2]. Преподавателите трябва да си сътрудничат с колеги, за да подобрят практиката [3], да открият и споделят идеи и да направят промени. Решенията на учителите да използват технологии в класната стая ще повлияят на технологичните способности на учениците [4]. Учителите трябва да дадат възможност на всички ученици по света да се свързват помежду си [5]. Начинът учителите да ангажират и направляват учениците в класната стая е чрез интегриране на наука, технологии, инженерство и математика (STEM) в техните уроци. STEM е обучение, където технологиите водят учениците към разрешаването на истински проблеми чрез създаване на възмож-

ности за иновации в обучението. Въпреки това, малко учители се интересуват от интегрирането на STEM в класната стая. За разлика от това, всички изследователи по света предполагат, че учителите трябва да подкрепят използването на STEM като учебен инструмент, който помага на учебния процес [6].

Концепцията STEAM привлича много внимание от различни изследователи в областта на образованието по целия свят [7]. STEAM е усъвършенстван подход към подхода STEM. STEAM е образователен подход, включващ „изкуството“ в съществуващия STEM (наука, технологии, инженерство, изкуства и математика) [8]. Доказано е, че STEAM има предимството да улеснява запомнянето, да повишава когнитивната интелигентност и да обучава управлението на времето [9]. Освен това, не само помага за преподаването на научни концепции, но и кара учениците да мислят и да правят иновации с концепции за изкуство. Освен това може да ги вдъхнови да станат интердисциплинарни креативни мислители. Също така, задълбочаването на разбирането на учениците ще увеличи умствената стимулация и креативността. Тъй като STEAM образованието съществува, то влияе положително на учебния процес на учениците [10].

Интегриране на STEM обучение с Пролог

Интегрирането на STEM е преподаване на различни дисциплини в един предмет [11]. Интеграцията може да бъде постигната чрез комбинирание на поне две дисциплини. Интегрирането на STEM в трансдисциплинарната предметна форма изисква цялостно реструктуриране на учебната програма. Следователно е сравнително трудно да се приложи в конвенционалната учебна програма. Всъщност прилагането на напълно интегрирана учебна програма STEM е най-лесно за постигане на основно ниво на образование. Това е поради факта, че учениците в началното училище все още се обучават почти по всички предмети от един учител – класен ръководител [12].

Образователните програми STEM трябва да включват [13]:

- интегриране на технологиите в учебните програми по природни науки и математика;
- подход на сътрудничество, свързващ студенти и преподаватели със STEM полето;

- насърчаване на научни изследвания и обучение по математика и природни науки;
- осигуряване на многогледна и глобална перспектива;
- включване на технологии за подобряване на резултатите от обучението;
- включване на стратегии за обучение, базирано на проекти, и предоставяне на реални учебни преживявания. STEM е мост между различни дисциплини.

Целта на статията е да представи реален пример от обучение в STEM среда, в който се въвежда изучаването на изкуствен интелект (ИИ) чрез логическо програмиране на езика Пролог. Примера е свързан с природните науки, информатика, математика, история и география. Прилагането на STEM обучение дава възможност на учители по различни дисциплини да работят в екип, а учениците да разберат значението на интегрирането на множество дисциплини.

Реален пример

Нашият екип в сътрудничество с учители от ПГ по електротехника и електроника в град Пловдив разработихме STEM образователна програма, в която са интегрирани технологии в учебните програми по природни науки и математика; осъществява се сътрудничество между ученици и учители в STEM центъра на училището; насърчават се научни изследвания и обучение по математика и природни науки; осигурява се многогледна и глобална перспектива; включват се технологии за създаване на изкуствен интелект; включват се стратегии за проектно базирано обучение.

Предложихме на учителите да подготвим STEM образователна програма на две части [14] (за две поредни учебни години), като през първата година учениците от VIII клас се запознават с темата „Изкуствен интелект – логическо програмиране на Пролог“, а през втората година (IX клас) по тема „Изкуствен интелект – процес на разработка на проект чрез езика Пролог“.

Защо Пролог? Пролог е компютърен език за логическо програмиране. Името Пролог е акроним от PROgramming in LOGic. Нашият екип работи съвместно с група учени от целия свят за въвеждане на логическо програмиране на Пролог в средното училище. В тази група е и един

от създателите на езика, Робърт Ковалски. Пролог е особено полезен за решаване на проблеми в ИИ, както и в области като търсене, планиране и представяне на знания. Логическият подход (езикът Пролог) е фундаментален за моделирането на знанието. Освен това програмирането на Пролог е лесно и разбираемо, тъй като е близко до естествения език. Всичко това ни мотивира да изберем езика Пролог като основен инструмент за реализиране на STEM обучение.

Предвид включването на този STEM предмет в учебния план на училището, от тази учебна година, бе проведено и обучение на учители. В обучението се включиха учители по природните науки (биология, химия, физика), математика, информатика и информационни технологии. След проведената квалификация на учителите, те предложиха да разработят общ проект, реализиран на езика Пролог. По този начин те вече показват компетентност да подготвят своите проектни задания за учениците и да подпомагат реализирането им.

Обучението на учениците започна от тази учебна година. В момента те се запознават с езика за логическо програмиране Пролог. Пролог е един от класическите програмни езици създаден специално за приложения в ИИ. Той се стреми да извършва логически извод от данни, с които разполага. Обикновено, програмата на Пролог не е последователност от действия, както при алгоритмичните езици, а е съвкупност от факти и правила за извеждането на заключения от тези факти. За разлика от императивните езици той е език за декларативно програмиране. Това означава, че вместо да уточняваме как да се постигне определена цел в дадена ситуация, се описва самата ситуация (чрез правилата и фактите) и се посочва целта. След това интерпретаторът на Пролог извежда решението на проблема. Пролог е особено полезен за решаване на проблеми в ИИ, както и в области като търсене, планиране и представяне на знания. Важна характеристика на Пролог е, че освен намиране на отговори на поставени въпроси, той може да се справи с търсене на алтернативи като намери всички възможни решения, а не само едно.

Учителите подготвят задание за проект, в което учениците трябва да направят класификация на животни, включвайки различни техни характеристики. В класификацията към настоящия момент учениците подготвят базата знания като определят обектите и отношенията, след което определят правилата за това кога тези отношения са верни. Тези два вида изрази (наричани също клаузи) са факти и правила.

Примерът, към момента е свързан с предметите биология и информатика. Учениците до сега са направили анализ по зададения проблем, като разучават литература по темата и определят обекти, релации и характеристики. Тук активно се включват учителите по биология и информатика. На по-късен етап ще се включат и учители по други дисциплини като химия, физика и география. Допълнително ще се добавят и други характеристики на животните, свързани с другите природни науки и предмета география за местообитание на животните.

На етапът проектиране, учениците описват обектите и релациите между тях. Какви характеристики притежава даден обект. Изготвя се класификация и нива на вложеност. Предстои да определят типа на машината за извод. Разработката на проекта е в ход, предстои да се извърши тестване. В този етап започва описването на правила и факти на езика Пролог (Фиг. 1 и Фиг. 2). Изгражда се базата знания за конкретната област. Описват се обектите в базата знания, релациите и характеристиките на различните животни. Участват активно всички учители от групата. В края на учебната година всеки ученик ще е направил част от базата знания и ще се сглоби цялостната програма на Пролог.

```
% База знания с различни класове, видове и разрези на животни
% Клас: клас(наименование, разред, отличаващи_характеристики, храна, местообитание).
птица(лястовица, летяща, развити_крила, червей, европа).
птица(пингвин, плаваща, има_плавници, риба, антарктида).
птица(щраус, бягаша, закрирели_крила, растителна_храна, африка).
% Клас: Бозайници
бозайник(лъв, хищник, месоядно, месо, африка).
бозайник(мармот, гризач, зимен_сын, тревопасни, алпите).
бозайник(шимпанзе, примат, човекоподобно, растителна_храна, африка).
% Клас: Влечуги
влечуго(пепелянка, лъспести, отровна_змия, месоядно, България).
влечуго(костенурка, костенурки, има_черупка, растителна_храна, България).
влечуго(алигатор, крокодили, плоска_глава, месоядно, Америка).
% Клас: Земноводни
земноводно(водна_жаба, безопашати, плавателни_ципи, месоядно, България).
земноводно(лъждовник, опашати, яркочлети_петна, насекоми, Европа).
земноводно(блатна_дървесница, безраки, зелен_цвет, насекоми, България).
% Клас: Риби
риба(акула, хрущялни, торпедовидна_форма, месоядно, тихият_океан).
риба(морска_лисица, костни, дънна_риба, месоядно, черно_море).
```

Фигура 1. База знания за животни – факти

```
% Предикати за разпознаване на птици, бозайници и влечуги
познай_птицата :-
write('Какъв е видът на птицата: летяща, плаваща или бягаша? '), read(Вид),
(
(Вид = летяща; Вид = плаваща; Вид = бягаша) -> разпознай_птица;
write('Невалиден вид за птица. Опитайте отново.'), nl
).
познай_бозайника :-
write('Изберете вид на бозайника (хищник/гризач/примат): '), read(Вид),
(
(Вид = хищник; Вид = гризач; Вид = примат) -> разпознай_бозайник;
write('Невалиден вид за бозайник. Опитайте отново.'), nl
).
познай_влечугото :-
write('Изберете вид на влечугото (лъспести/костенурки/крокодили): '), read(Вид),
(
(Вид = лъспести; Вид = костенурки; Вид = крокодили) -> разпознай_влечуги;
write('Невалиден вид за влечуго. Опитайте отново.'), nl
).
```

Фигура 2. База знания за животни – правила

Прилагането на STEM обучение дава възможност на учители по различни дисциплини да работят в екип, а учениците да разберат значението на интегрирането на множество дисциплини. А прилагането на обучение по темата „Изкуствен интелект – логическо програмиране на Пролог“ може да приобщи учители по различни предмети [15]. Като задания към учениците могат да се подготвят теми и от културно-историческото наследство на България, като тук могат да се включат и учители по изкуства, история, география и др.

Заклучение

STEM се концептуализира като трансдисциплинарен подход на преподаване. Този подход е подход за изследване на проблем, като се използват гледните точки на различни дисциплини, за да се реши проблемът, от началото на дискусиата до извеждането на заключения или разрешаването на проблема. STEM доведе до удивителните иновации, които 21-ви век изисква. Базираното на STEM образование по темата „Изкуствен интелект – логическо програмиране на Пролог“ изгражда човешки ресурси, които могат да мислят критично, логично и систематично и имат глобална конкурентоспособност. Това обучение включва учениците в метакогнитивни дейности, а също така учителите и учениците подобряват логическото си мислене. За учениците се осигуряват изчерпателни възможности да практикуват мисловните си умения в различни предметни области.

Благодарности

Това изследване е подкрепено от научен проект КР-06-М62/2 „МОДЕЛИРАНЕ НА ЗНАНИЯ В ОБЛАСТТА НА БЪЛГАРСКИЯ ФОЛКЛОР“, финансиран по Фонд „Научни изследвания“, за финансиране на настоящата работа и проект BG05M2OP001-1.001-0003: „Център за върхови постижения по Информатика и информационни и комуникационни технологии“, финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“.

Литература

- [1] A. Glaze, Teaching and learning science in the 21st century: Challenging critical assumptions in post-secondary science, *Education Sciences*, 2018, 8 (1), 1–8, <https://doi.org/10.3390/educsci8010012>.
- [2] S. An, The impact of STEAM integration on preservice teachers' disposition and knowledge, *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 2020, 13 (1), 27–42, <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0005>.
- [3] E. Utaminingsih, T. Raharjo, E. Ellianawati, Development of an E-module Based on STEAM on the Topic of Human Blood Circulation, *Journal Penelitian Pendidikan IPA*, 2023, 9 (7), 5333–5340, <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3719>.
- [4] S. Lu, C. Lo, J. Syu, Project-based learning oriented STEAM: the case

- of micro-bit paper-cutting lamp, *International Journal of Technology and Design Education*, 2022, 32 (5), 2553–2575, <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09714-1>
- [5] C. Quigley, D. Herro, E. King, H. Plank, STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School, *Journal of Science*, 2020.
- [6] T. Matsuura, D. Nakamura, Trends in STEM/STEAM Education and Students' Perceptions in Japan, *Asia-Pacific Science Education*, 2021, 7 (1), 7–33, <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10022>.
- [7] S. Chung, D. Li, Issues-Based STEAM Education: A Case Study in a Hong Kong Secondary School, *International Journal of Education & the Arts*, 2021, 22 (3), 1–22.
- [8] I. Milara, K. Pitkänen, J. Laru, M. Iwata, M. Orduña, J. Rieki, STEAM in Oulu: Scaffolding the development of a Community of Practice for local educators around STEAM and digital fabrication, *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2020, 26, 100197, <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100197>.
- [9] E. Perignat, J. Katz-Buonincontro, STEAM in practice and research: An integrative literature review, *Thinking Skills and Creativity*, 2019, 31, 31–43, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>.
- [10] M. Bertrand, I. Namukasa, STEAM education: student learning and transferable skills, *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 2020, 13 (1), 43–56, <https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0003>.
- [11] M. Bertrand, I. Namukasa, A pedagogical model for STEAM education, *Journal of Research in Innovative Teaching and Learning*, 2023, <https://doi.org/10.1108/JRIT-12-2021-0081>.
- [12] E. Perignat, J. Katz-Buonincontro, STEAM in practice and research: An integrative literature review, *Thinking Skills and Creativity*, 2019, 31, 31–43, <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>.
- [13] G. Ozkan, U. Topsakal, Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics, *Research in Science and Technological Education*, 2021, 39 (4), 441–460, <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>.
- [14] V. Tabakova-Komsalova, A. Dukovski, L. Kostadinova-Tsankova, M. Maglizhanova, Artificial Intelligence and Logic Programming in STEM Education, *Education and Technologies*, 2023, Vol. 14, Issue 1, pp. 193–

199, ISSN: 1314-1791 (print), ISSN: 2535-1214 (online), DOI: <https://doi.org/10.26883/2010.231.5069>.

- [15] V. Tabakova-Komsalova, I. Stoyanov, T. Ivanova, R. Doukovski, Introducing Artificial Intelligence to the Middle School through the Logic Programming Language Prolog, *Education and Technologies*, 2023, Vol. 14, Issue 1, pp. 186–192, ISSN: 1314-1791 (print), ISSN: 2535-1214 (online), DOI: <https://doi.org/10.26883/2010.231.5063>.

Венета Табакова-Комсалова¹, Ласка Костадинова-Цанкова²,
Атанас Дуковски³

^{1,2} Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Факултет по математика и информатика,

бул. „България“ № 236, Пловдив, България

^{1,3} Българска Академия на Науките,

Институт по информационни и комуникационни технологии,

ул. „Акад. Георги Бончев“ № 2, бл. 2, София, България

Автор за кореспонденция: v.komsalova@uni-plovdiv.bg

STEM TRAINING WITH PROLOG

Veneta Tabakova-Komsalova, Laska Kostadinova-Tzankova,
Atanas Dukovski

Abstract. *Modern society requires education to quickly adapt to technology and to prepare competitively capable students, both globally and in Bulgaria, by using various tools and learning technologies. The way to make this happen is by integrating science, technology, engineering and mathematics (STEM) into the learning process. STEM is learning in which technology helps students solve real-world problems. The purpose of the article is to present a real-life example of learning in a STEM environment where the learning of artificial intelligence is introduced through logic programming in the Prolog language. The example is related to the natural sciences, informatics, mathematics and geography. Applying STEM education enables teachers of different disciplines to work as a team and students to understand the importance of integrating multiple disciplines.*

Key words: Training, Education, STEM, Artificial intelligence, Prolog.