

ИЗГРАЖДАНЕ НА ДИГИТАЛНИ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ГИМНАЗИАЛНОТО STEM ОБУЧЕНИЕ: СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РАМКИТЕ DIGCOMP 2.2 И DIGCOMP 3.0

Нина Игнатова-Тодорова, Тодорка Глушкова

Резюме. Статията разглежда процеса на развитие и промяна на дигиталните компетентности на учениците в контекста на STEM обучението в училище. Направен е сравнителен анализ между версиите 2.2 и 3.0 на Европейската рамка за дигитална компетентност (DigComp), като се акцентира върху мултидисциплинарния подход. Представени са практически примери от обучението по роботика, блоково програмиране и използването на инструменти с изкуствен интелект (ИИ).

Ключови думи: *DigComp Frameworks, STEM education.*

1. Увод

В съвременния свят дигиталната компетентност е важно условие за личностно развитие, професионална реализация, заетост и социално включване. Данни от 2023 г. показват, че 43% от учениците в средните училища в ЕС не притежават основни дигитални умения [3]. В България Националната стратегия за развитие на изкуствения интелект до 2030 г. [16] поставя акцент върху актуализирането на образователното съдържание, за да се отговори на нуждите на дигиталната трансформация и пазара на труда. STEM обучението (наука, технологии, инженерство и математика) играе водеща роля в този процес, като интегрира технологиите в практически контекст.

В статията се разглежда процесът на развитие на дигиталните компетентности на учениците в контекста на STEM училищното обучение у нас. Направен е сравнителен анализ между последните две версии на Европейската рамка за дигитална компетентност (DigComp), като се акцентира върху мултидисциплинарния подход в STEM преподаването. Представени са практически примери от обучението по роботика, блоково програмиране и използването на инструменти с изкуствен интелект (ИИ).

2. Сравнителен анализ между DigComp 2.2 и DigComp 3.0

Рамката DigComp претърпя значителна еволюция, за да отрази по-адекватно бързите технологични промени, особено в областта на изкуствения интелект и киберсигурността. Анализът на различията и тенденциите в двете рамки можем да разгледаме в няколко аспекта.

2.1. Структурни промени и нива на владение

Докато DigComp 2.2 [14] описва 8 детайлни нива на владение, вдъхновени от Европейската квалификационна рамка (EQF) [4], DigComp 3.0 въвежда 4 обобщени нива (Basic, Intermediate, Advanced, Highly Advanced). Тази промяна улеснява учителите в класните стаи и STEM центровете при оценяването на ученическите проекти, тъй като предоставя по-ясни дефиниции за сложността на задачите и нивото на знания и умения на ученика.

Анализът на различията при именуването на областите на компетентност (ОК) и конкретните компетентности между DigComp 2.2 и DigComp 3.0 показва ясна тенденция към опростяване на терминологията, функционална яснота и засилване на личната отговорност и активната роля на индивида. Например в ОК 1 „Информация и данни“ е променено името на областта от „Информационна грамотност и грамотност за данни“ (DigComp 2.2) в „Търсене, оценка и управление на информация“ (DigComp 3.0), с което се отразяват по-точно практическите дейности, които областта обхваща, като се избягва по-абстрактното понятие „грамотност“. Освен това при компетентностите 1.1, 1.2, 1.3 формулировките значително се опростяват, като в DigComp 3.0 дългите и описателни термини са съкратени до „информация“, тъй като тя се разглежда като термин, включващ данни и съдържание.

В контекста на STEAM обучението е съществена промяната на формулировката на Компетентност 3.4, която е преименувана от „Програмиране“ на „Изчислително мислене и програмиране“, с което се подчертава, че програмирането е само крайната стъпка, а разбирането на логиката, анализа на проблемите и алгоритмичното мислене са ключови аспекти, които трябва да бъдат изведени на преден план.

Безспорно в дигиталната сфера уменията, свързани със сигурността, придобиват все по-голяма значимост. Това обуславя и промяната на наименованието от „Безопасност“ на „Безопасност, благополучие и отговорно използване“. Това отразява разширения обхват, който включва не само техническа защита, но и психическо здраве и отговорности.

Следователно промените в именуването на отделните области и компетентности в DigComp 3.0 отразяват прехода към резултатно-ориентиран подход и разглеждането на изкуствения интелект като технология, която се прилага „хоризонтално“ във всички образователни

дисциплини и който изисква критично мислене и етична преценка, а не само технически умения.

2.2. От примери към учебни резултати

Друга ключова иновация в DigComp 3.0 е преходът от списъци с примери за знания, умения и нагласи, характерни за версия 2.2, към над петстотин конкретни учебни резултата (Learning Outcomes). DigComp 2.2 предлагаше 250 илюстративни KSA примера, докато DigComp 3.0 въвежда 523 формални учебни резултата и 362 компетентностни твърдения [3], класифицирани по области на компетентност и нива. Тази промяна трансформира рамката от концептуален инструмент в оперативен такъв, който може да бъде пряко използван за проектиране на учебни програми и инструменти за оценяване. Всички тези резултати позволяват на българските училища да ги вградят директно в учебните си програми по природни науки, информатика и роботика.

2.3. Интеграция на изкуствения интелект (ИИ)

Във версия DigComp 2.2 се постави основата за определяне на компетентностите при взаимодействие с ИИ. Версия 3.0 отива по-далеч, като извършва системно вграждане на ИИ компетентностите в отделните категории и нива. Използват се етикетите [AI-E] (явен) и [AI-I] (неявен). Сред 362-те компетентностни твърдения 14% (50) са AI-Explicit, 68% (246) са AI-Implicit и 18% (66) не са свързани с ИИ [3]. Това е от решаващо значение при STEM обучението, където ИИ вече не е отделна тема, а инструмент за решаване на проблеми във всички научни дисциплини. Важно е да се отбележи, че ИИ не е обособен като шеста област на компетентност, а е интегриран хоризонтално във всички 21 компетентности и на всички нива на владение.

Таблица 1. Основни различия между DigComp 2.2 и DigComp 3.0

Характеристика	DigComp 2.2 (2022)	DigComp 3.0 (2025)
Нива на владение	8 нива	4 нива (Basic, Intermediate, Advanced, Highly Advanced)
Фокус върху ИИ	Списък с примери (KSA)	Хоризонтално вграждане с AI-E/AI-I етикети във всички области
Методология	250 примера за знания, умения, нагласи	523 учебни резултата и 362 компетентностни твърдения
Приоритети	ИИ, отдалечена работа, данни	ИИ, киберсигурност, дезинформация, благополучие, права и отговорност

3. Подходи за изграждане в училище: STEM, Роботика и ИИ

Мултидисциплинарният характер на STEM обучението изисква учениците да комбинират знания от различни области. В България Националната програма „Изграждане на училищна STEM среда“ стартира през 2020 г. и към април 2025 г. са създадени над 2200 STEM центъра в българските училища [18]. Тази инфраструктура предоставя среда за практическо приложение на дигиталните компетентности, описани в DigComp 3.0. Програмирането се преподава чрез структурирана прогресия: Scratch от 3. клас (Компютърно моделиране), преход към скриптовото програмиране (Python) от 6. клас, а в гимназиалната степен профилите по софтуерни и хардуерни науки обхващат 17 857 ученици в 193 училища [6].

3.1. Роботика и изчислително мислене

Обучението с роботи като Robobo или платформи като Arduino в българските STEM клубове позволява изграждането на компетентности от област 3.4 (Изчислително мислене и програмиране). Учениците се учат да идентифицират подпроблеми и да създават последователности от инструкции. Robobo е образователен робот, базиран на смартфон, разработен от MINT (Университет Коруня, Испания), който поддържа програмиране в Scratch, Python и Java/ROS. Изследване на Bellas [2] представя Robobo проекта като дългосрочен инструмент за ИИ грамотност, валидиран в продължение на шест години, обхващащ седем теми по ИИ: възприятие, естествено взаимодействие, обучение с подкрепление, компютърно зрение, разсъждение/планиране на пътища, колективен ИИ и социално въздействие.

Използването на роботи с ИИ помага за достигане на нива за разпознаване на емоционални състояния (КО 2.1), което е пример за трансдисциплинарен подход. Guerreiro-Santalla, Bellas & Mallo [9] документират как ученици от четири държави програмират Robobo като „роботизиран домашен любимец“, способен да разпознава лица, да изразява емоции и да комуникира мултимодално. Arduino допълва този подход чрез интердисциплинарни проекти: метеорологични станции с IoT сензори (интегриращи физика, инженерство и програмиране), мониторинг на качеството на въздуха (КО 2.5) и роботи за следване на линия [11]. Тези проекти развиват компетентности от множество области на DigComp: 3.4 (програмиране), 3.1–3.3 (създаване на цифрово съдържание) и 5.1–5.4 (решаване на проблеми).

3.2. Блоково програмиране и генеративен ИИ

В гимназиалната степен се насърчава преходът от блоково програмиране към скриптови програмни среди. Според DigComp 3.0, учениците трябва да могат да използват генеративен ИИ за създаване на

дигитално съдържание (КО 3.1). Изследването на Weintrop & Wilensky [15] установява, че блоковият опит се трансферира ефективно към текстово-базирани езици – не се наблюдават значими разлики след преминаване към Java. Платформата mBlock, базирана на Scratch 3.0, е особено подходяща за българския контекст, тъй като поддържа блоково програмиране за Arduino и micro:bit с визуализация на Python еквивалентите чрез едно щракване [10]. Примерите включват:

- използване на ИИ инструменти за генериране на код или музика;
- критична оценка на достоверността на генерираната от ИИ информация (КО 1.2);
- етично използване на данни и разбиране на авторските права при съдържание, създадено от машини;
- преход от блоково към текстово програмиране чрез двумодални среди (mBlock, MakeCode), които позволяват паралелен изглед на блокове и текст.

Преходът от блоково към текстово програмиране се картографира директно върху нивата на владение в DigComp 3.0 за Компетентност 3.4: ниво Basic съответства на блоково програмиране (Scratch), Intermediate – на фазата на преход, Advanced – на текстово програмиране (Python, C++), а Highly Advanced – на професионални проекти и менторство [15]. Регламентът на ЕС за ИИ (EU AI Act, 2024/1689) класифицира образователния ИИ като „високорисков“ [7], което налага училищата да осигурят обучение по ИИ грамотност на персонала.

3.3. Клубове по интереси и проекти

Експерименталното обучение в профилирани гимназии (в Асеновград, Пловдив, Първомай и Брезово) показва, че изучаването на логическо програмиране (Prolog) помага на учениците да създават семантични релации и логически изводи. В изследването „Prolog Education in Selected Secondary Schools in Bulgaria“ [13] се документира обучението по Prolog в две гимназии от Пловдивска област с участието на 115 ученици. Резултатите показват, че над 70% от учениците считат изучаването на ИИ за полезно за бъдещето им, а средната оценка е 4,75 от 6. Тези занимания често се провеждат в STEM клубове, където фокусът е върху практическото приложение и творческото решаване на проблеми.

Ключови програми в България включват „Роботика за България“ (SAP/BBLF), достигнала 1500 ученици от 80 училища, и ROBO STEAM ACADEMY (Erasmus+ проект, стартирал през 2024 г. в София), насочен към създаване на робо-STEM академии в професионалните гимназии [1]. В публикацията „Application of AI Technologies in STEAM School

Education“ [8] се документира приложението на ИИ технологии в STEAM обучението, включително експерименти с Robobo роботи в училище „Христо Смирненски“ в Брезово, с 80% успеваемост при учениците от STEM клубовете и 96% при интензивни 7-дневни обучения.

4. Заключение

Преходът към DigComp 3.0 предлага на българското училище по-актуална и приложима рамка за изграждане на дигитални компетентности. Системното интегриране на ИИ и фокусът върху учебните резултати позволяват на учениците да преминат от пасивни потребители към активни създатели на технологии. Хоризонталното вграждане на ИИ компетентностите в DigComp 3.0, вместо обособяването им в отделна област, отразява реалността на съвременното STEM обучение, в което ИИ е инструмент, приложим във всички дисциплини.

Основно предизвикателство остава квалификацията на учителите. Данни от TALIS [12] показват, че 23% от българските учители се нуждаят от обучение по ИКТ умения (при средно 16% за ЕС), а Националната програма „Модернизация и качество на образованието“ предвижда обучение на 39 000 учители до 2027 г. Задълженията за ИИ грамотност, произтичащи от Регламента на ЕС за ИИ, допълнително засилват необходимостта от системно продължаващо обучение [7]. Успехът на STEM обучението зависи от способността на образователната система да адаптира тези нови европейски стандарти към нуждите на пазара на труда и развитието на обществото.

5. Благодарности

Авторите изказват благодарност към научен проект ФП25-ФМИ-010 „Иновативни интердисциплинарни изследвания по информатика, математика и педагогика на обучението“ към НПД на ПУ, за частичното финансиране на настоящата работа.

Литература

- [1] BBLF, (2024), „Robotics for Bulgaria“ Program. <https://frgi.bg/en/activity/programa-robotika-za-balgariya/>, посетен на 22.04.2026 г.
- [2] F. Bellas, M. Naya-Varela, A. Mallo, A. Paz-Lopez, Education in the AI era: a long-term classroom technology based on intelligent robotics, *Humanities and Social Sciences Communications*, 2024, 11, 1425. doi:10.1057/s41599-024-03953-y

- [3] J. Cosgrove, R. Cachia, DigComp 3.0: European Digital Competence Framework – Fifth Edition, *Luxembourg: Publications Office of the EU*, 2025, doi:10.2760/0001149
- [4] Council of the European Union, 2017, Council Recommendation on the European Qualifications Framework for lifelong learning, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32017H0615%2801%29>, посетен на 22.04.2026 г.
- [5] European Commission, 2018, Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning, OJ of the EU, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)), посетен на 22.04.2026 г.
- [6] European Commission, 2025, Education and Training Monitor 2025 – Bulgaria, Publications Office of the EU, <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor/en/country-reports/bulgaria.html>, посетен на 22.04.2026 г.
- [7] European Parliament & Council, 2024, Regulation (EU) 2024/1689 laying down harmonised rules on artificial intelligence (AI Act), OJ L, 2024/1689, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng>, посетен 22.04.2026 г.
- [8] T. Glushkova, A. Malinova, Application of AI Technologies in STEAM School Education, *International Journal of Research in E-learning*, 2024, 10 (1), 1–20, doi:10.31261/IJREL.2024.10.1.01
- [9] S. Guerreiro-Santalla, F. Bellas, A. Mallo, Introducing High School Students in Natural Interaction Through the Robobo Educational Robot, *LNCS*, Springer, 2023, doi:10.1007/978-3-031-21065-5_41
- [10] Y. Lin, D. Weintrop, The landscape of block-based programming: Characteristics of block-based environments and how they support the transition to text-based programming, *J. of Computer Languages*, 2021, 67, doi:10.1016/j.cola.2021.101075
- [11] J. Marín-Marín, P. García-Tudela, P. Duo-Terrón, Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review, *Heliyon*, 2024, 10 (8), e29177. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e29177
- [12] OECD, (2019), TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners. OECD Publishing, Paris, https://www.oecd.org/en/publications/talis-2018-results-volume-i_1d0bc92a-en.html, посетен на 22.04.2026 г.
- [13] V. Tabakova-Komsalova, S. Stoyanov, A. Stoyanova-Doycheva, L. Doukovska, Prolog Education in Selected Secondary Schools in Bulgaria, *Prolog: The Next 50 Years*, LNCS 13900, Springer, 2023, pp. 144–153, doi:10.1007/978-3-031-35254-6_12

- [14] R. Vuorikari, S. Kluzer, Y. Punie, DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens, *Luxembourg: Publications Office of the EU*, 2022, doi:10.2760/115376.
- [15] D. Weintrop, U. Wilensky, Transitioning from introductory block-based and text-based environments to professional programming languages, *Computers & Education*, 2019, 142, 103646. doi:10.1016/j.compedu.2019.103646.
- [16] Българска академия на науките, (2020), Национална стратегия за развитието на изкуствения интелект в България до 2030 г., <https://www.bas.bg/wp-content/uploads/2020/07/Towards-AI-Strategy-BAS-Vision-1July2019.pdf> , посетен на 22.04.2026 г.
- [17] Т. Глушкова, Н. Игнатова, Подходи за изграждане на ключови дигитални компетентности при обучението по ИИ в средното училище, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, *сп. Образование и технологии*, 2023, vol. 14, 180–185, doi:10.26883/2010.231.5059, ISSN: 2535-1214
- [18] Министерство на образованието и науката, (2024), Национална програма „Изграждане на училищна STEM среда“. <https://www.mon.bg/mon/natsionalen-plan-za-vazstanovyavane-i-ustoychivost/>, посетен на 22.04.2026 г.

Нина Игнатова-Тодорова¹, Тодорка Глушкова^{2*}

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

Факултет по математика и информатика

бул. „България“ № 236, 4027 Пловдив, България

Автор за кореспонденция: glushkova@uni-plovdiv.bg

BUILDING DIGITAL COMPETENCES IN HIGH SCHOOL STEM EDUCATION: A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DIGCOMP 2.2 AND DIGCOMP 3.0 FRAMEWORKS

Nina Ignatova-Todorova, Todorka Glushkova

Abstract. The article examines the process of development and change of students' digital competences in the context of STEM education at school. A comparative analysis is made between versions 2.2 and 3.0 of the European Digital Competence Framework (DigComp), emphasizing the multidisciplinary approach. Practical examples from robotics education, block programming and the use of artificial intelligence (AI) tools are presented.

Key Words: DigComp Frameworks, STEM education.