

FRI-2G.405-1-ERI-05

FORMATION OF STEM COMPETENCES IN STUDENTS-FUTURE TEACHERS⁷

Assoc. Prof. Elisaveta Semerdzhieva, PhD

„Lyuben Karavelov” Branch, Kardzhali,
University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”
Phone: 0884 280 121
E-mail: esemerdzhieva@uni-plovdiv.bg

Abstract: *Technological changes and the speed of innovation today significantly change the requirements for the professional training of future teachers. This article focuses on STEM competence - its essence, main components and structure. Based on the competence approach, the opinion of students - future teachers was studied regarding the level of their STEM training, providing them with effective professional realization on the labor market and successful integration into society. An analysis of the results of a survey of students and of an interview with academic teachers, regarding the level of formed STEM competences among future teachers, is presented. The main problems and directions in which the STEM professional training of the pedagogical personnel should be developed are outlined.*

Key words: *STEM, competency-based approach, higher education, student-teachers, STEM competency.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Устойчивото развитие на всяка държава зависи в голяма степен от качеството на образованието, а постигането на високо качество е свързано с нивото на подготовка на педагогическите кадри във висшите училища в контекста на съвременните изисквания. Технологичните промени и скоростта на иновациите днес съществено променят изискванията към професионалната подготовка на бъдещите педагози. Педагогическият специалист трябва да е „компетентен, подкрепящ, диалогичен, отворен за иновации, с мисия и с нагласа за постоянно учене и развиване на личностните си и професионални компетентности, да мотивира и да вдъхновява децата и учениците, да им помага да изграждат умения и компетентности, които да прилагат в различни житейски и професионални ситуации“ (Стратегическа рамка за развитие на образованието, обучението и ученето в Република България (2021 – 2030), 2021).

Подготовката на учители за модерното училище е задача, която трябва да се решава балансирано и систематично и понастоящем е свързана с „необходимостта от въвеждане на качествено практическо обучение по иновации и предприемачество ...“ (Стратегия за развитие на висшето образование в Република България 2021-2030 г., 2021). Професионалният профил на съвременния учител изисква развиване на набор от способности в това число и готовност за използване на нови образователни технологии, базирани на иновативни подходи каквито са STEM и компетентностния подход.

Това изследване е мотивирано от:

- Бързото разпространение на идеята за развиване на STEM компетентности у българските учители;
- Настоящото централизиране на STEM обучението в краткосрочни професионално-педагогически квалификации и изоставане на приложението му в бакалавърските педагогически специалности;
- Отговорността на университетите за подготовката на висококвалифицирани педагогически кадри, релевантна на стратегическите цели на образованието до 2030 г. В тази връзка възниква въпросът за готовността на висшите училища по отношение на учебна база, учебна документация и квалифициран академичен състав за провеждане на STEM обучение.

⁷ Докладът е представен на конференция на Русенския университет на 25 октомври 2024 г. в секция „Образование – изследвания и иновации“ с оригинално заглавие на български език: ФОРМИРАНЕ НА STEM КОМПЕТЕНТНОСТИ У СТУДЕНТИТЕ – БЪДЕЩИ УЧИТЕЛИ.

Целта на изследването е на основата на компетентностния подход да се проучи мнението на студенти-бъдещи учители относно нивото на тяхната STEM подготовка, осигуряваща им ефективна професионална реализация на пазара на труда и успешна интеграция в обществото.

Обект на изследването са студенти от бакалавърските педагогически специалности във Филиала на ПУ „П. Хилендарски“ в гр. Кърджали, а **предмет** – равнището на формираните STEM компетентности във висшето училище, обуславящи бъдещата им ефективна професионална реализация.

Задачи:

1. Да се направи контент-анализ на специализирана литература по проблема и да се изготви работен понятийно-терминологичен апарат;
2. Да се проведе анонимно анкетно проучване на студентите от бакалавърските специалности в ПН 1.2. Педагогика и ПН 1.3 Педагогика на обучението по... относно равнището на формираните STEM компетентности;
3. Да се интервюира академичния състав относно професионално-педагогическата подготовка на студентите за STEM обучение;
4. Да се направи анализ на учебната документация (учебни планове и учебни курсове) за бакалавърските педагогически програми във филиал-Кърджали.

Методи на изследването: теоретичен анализ на изследваното явление в специализираната литература; анализ на актуални нормативни документи, отразяващи перспективните изисквания и тенденции за бъдещото развитие на висшето образование, както и приложението на компетентностния и STEM подходи; анкетиране; интервюиране; статистическа обработка и анализ на емпиричните резултати.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Понятийно-терминологичен апарат

Абревиатурата **STEM** се появява през 90-те година на миналия век и означава Science, Technology, Engineering and Mathematics (наука, технологии, инженерство и математика). Вариант на STEM е **STEAM**, който включва A /Arts/ - изкуства, дизайн. В научната литература се срещат много и разнообразни определения за STEM. Някои автори го дефинират като „*подход в обучението, който ... интегрира дисциплините в сплотена парадигма на обучение, базирана на приложения в реалния свят, извън класната стая.*“ (Garov, K., & Peykova, D. 2019) Авторите Morrison, Tsupros, Brown, Brown, Reardon & Merrill в своите дефиниции за STEM обучението се обединяват около термина „*метадисциплина*“. Други специалисти от областта дефинират STEM като „*образователна концепция*“, при която изучаването на природните науки, математиката, технологиите и инженерството става интегрирано, чрез прилагането на съвременни образователни технологии и интерактивни методи и е фокусирано върху реални задачи.

Новата парадигма на съвременното образование преформулира **компетентностния подход** с акцент към развиване на STEM компетентности на всички образователни нива. Според Европейската квалификационна рамка, **компетентността** е „*доказана способност за използване на знания, умения и личностни, социални и/или методологични дадености в работни или учебни ситуации и в професионално и личностно развитие*“ (European Qualifications Framework for Lifelong Learning. 2009).

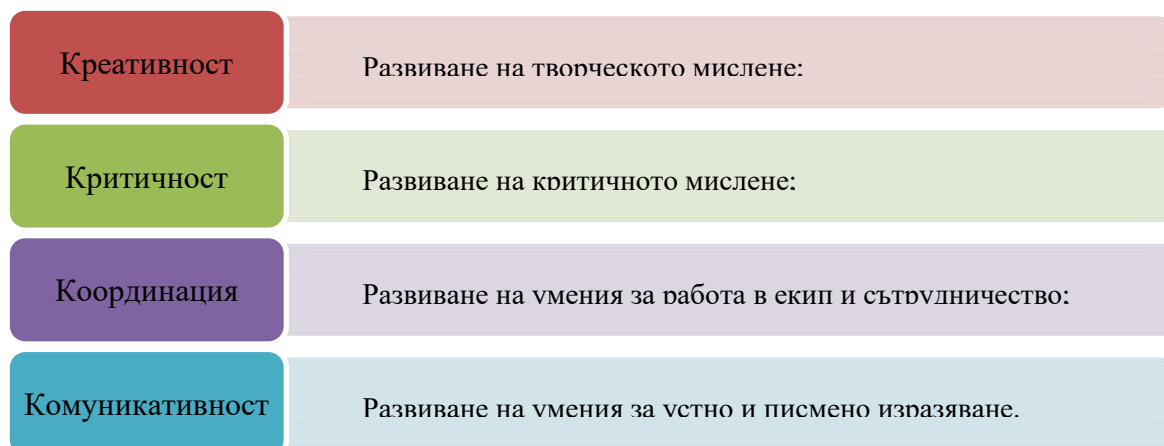
Редица автори (Sickmann, G., Korbel, P., Buturlina, O., Carnevale, A., Jang, H.), изследват въпроса за дефиниране на понятието „STEM компетентност“ и нейната структура. Според Boon Ng, Soo **STEM компетентността** „*се отнася до способността на индивида да прилага STEM знания, умения и отношение по подходящ начин в ежедневието му живот, на работното място или в образованието. Тя не трябва да се ограничава и развива в традиционните граници на отделни масиви от знания (напр. компетентност по физика или компютърна компетентност)*“. (Boon Ng, 2019) Авторът анализира детайлно компонентите от структурата на STEM компетентността:

- **STEM знания** - епистемологични знания, методологически и технически знания, свързани с всяка една от дисциплините, както и идеи, концепции, принципи и теории, които се припокриват и взаимосвързват;

- **STEM умения** - когнитивни, манипулативни, технологични умения и умения за сътрудничество и комуникация;

- **STEM нагласи и отношения/ценности** - обективно мислене и рационални действия, любопитство, почтеност, непредубеденост, усърдие и постоянство в търсене на истината, етичен избор при вземане на решения.

Според водещи специалисти в областта (Fadel, Ch., Trilling, B., Bialik, M. и др.) уменията, които трябва да развива STEM обучението могат да бъдат систематизирани в групи, известни като „4К система“ от умения на 21 век (Фиг. 1).



Фиг. 1. 4К система от умения на 21 век, развивани чрез STEM обучението

По проекта ELITE след преглед на нормативни документи, учебни програми за квалификация на учителите по STEM и учебни програми по STEM за ученици Николина Николова извежда най-важните аспекти на **STEM компетентностите, изисквани от българските учители** (Nikolova, N., 2019):

- **STEM знания** – знания по учебната дисциплина, педагогически знания, методи за оценяване, иновативни методи за преподаване и др.;

- **STEM умения** - използване на материали и технологии за обучение; управление на ученици и групи; събиране, анализ и интерпретация на данни и факти за взимане на професионални решения; сътрудничество с колеги, родители и социални служби; рефлексивни, метакогнитивни, междуличностни умения за индивидуално учене и учене в професионални общности и др.;

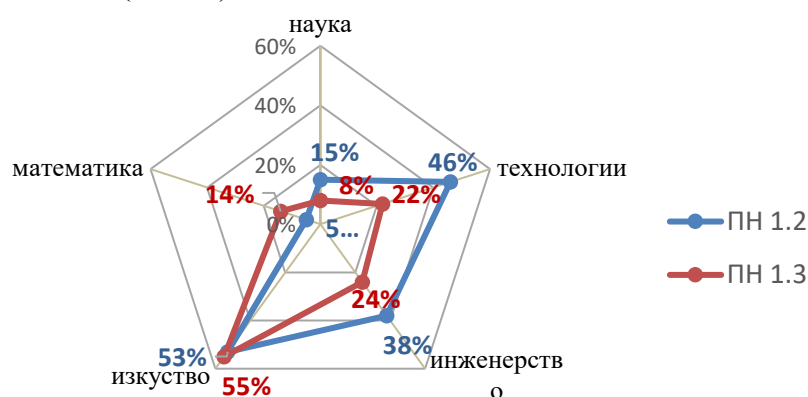
- **STEM нагласи и отношения/ценности** - епистемологично осъзнаване; трансверзални (преносими) умения; нагласи за промяна, гъвкавост, продължаващо обучение и професионално израстване, включително чрез обучение и изследване; нагласи за работа в екип, сътрудничество и в мрежи; критични нагласи към собственото преподаване, иновации в педагогиката и др.

Анкетно проучване със студенти

За целите на изследването през периода 08 май 2024 г. – 20 май 2024 г. във филиала на Пловдивския университет в гр. Кърджали е проведено анонимно и доброволно анкетно проучване. Участници в изследването са 136 студенти, обучаващи се в III и IV курс в пет бакалавърски специалности. Респондентите са групирани в две представителни извадки, съответстващи на две професионални направления ПН 1.2. Педагогика – 80 студенти (58,8%) и ПН 1.3. Педагогика на обучението по... - 56 студенти (41,2%). За целите на сравнителния анализ между двете статистически съвкупности, резултатите са представени в проценти. Акцентът попада не толкова върху количествената им измеримост, а върху обзорно-аналитична им значимост.

Анкетната карта е разработена чрез Гугъл формуляри и включва 9 въпроси, обособени и структурирани в определена последователност, кореспондираща с целите на изследването. Въпросите изискват различни по вид отговори: „затворени“ с избор на една от няколко посочени алтернативи; „затворени“ с избор на няколко от предложените варианти; „затворени скалирани“ с възможност за избор на положителна или отрицателна степен на проявление; „отворени“, при които респондентите попълват своето лично гледище по проблемите.

На въпроса „Запознати ли сте с концепцията за STEM/STEAM образование?“ 35,2% от студентите са отговорили утвърдително „да“; 39,7% по-скоро да, 17,8% по-скоро не, а 7,3% не са запознати. Интересни са резултатите от мнението на респондентите в двете професионални направления относно кои компоненти от съдържанието на университетското обучение не са достатъчни (Фиг. 2).



Фиг. 2. Студентско мнение относно кои компоненти от съдържанието на университетското обучение НЕ са достатъчни

Повече от половината анкетирани в изследваните групи проявяват интерес и желание да получат по-задълбочени знания и умения в областта на изкуството. Една част от студентите-бъдещи начални учители (15%) изпитват необходимост от познания в областта на природните науки, докато 14% от бакалаврите в ПН 1.3 считат, че е недостатъчно учебното съдържание с математическа насоченост. Ясно изразена е необходимостта на студентите, обучаващи се в ПН 1.2 Педагогика от развиване на компетентности в сферите на технологиите и инженерството. Освен това, анкетираните студенти предлагат в учебните планове да бъдат включени учебни курсове като: „Основи на проектната дейност“, „История на изкуството“, „Образователна роботика“, „Основи на публичното говорене“, „STEM методи на обучение“.

При идентифициране на нивото на формирани креативни умения се оказва, че според самооценката на респондентите-бъдещи учители 38% могат да предложат нова идея, 43%, могат да подобрят готова идея и да я използват, а 19% - да използват готова идея.

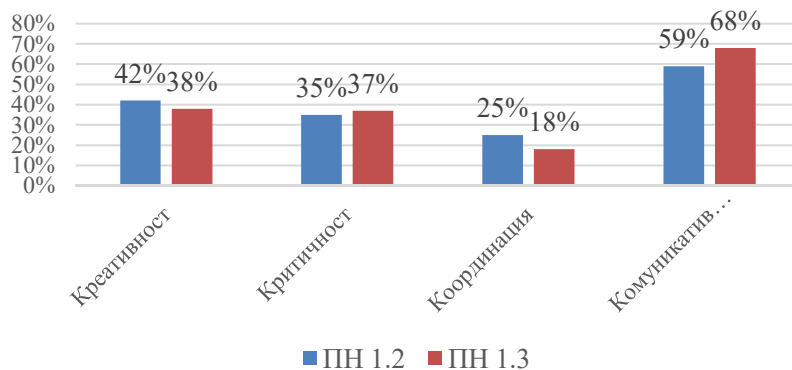
Сред уменията за критично мислене, които респондентите притежават, са подчертани търсенето на компромиси (62%) и желанието да коригират грешките си (72%). Други умения, като готовност за планиране, гъвкавост, постоянство, отразяване на собствения мисловен процес, притежават средно 35% от анкетираните.

Що се отнася до самооценката на респондентите за уменията им за творческо мислене, се констатира, че: 43% от респондентите са в състояние да видят проблем и могат да бъдат внимателни и проникателни; 35% имат умения за обективно оценяване на ситуация; 36% имат гъвкавост на мисленето; 25% са способни да прехвърлят решение от една ситуация в друга; 19% с лекота създават нови идеи; 15% от анкетираните притежават способност за обобщаване и за виждане на обща тенденция в различни аспекти на информацията.

Почти 1/3 от анкетираните студенти смятат, че са готови да извършват екипни дейности по научни проекти, 51% имат представа за това, а 16% нямат умения за дейности по проекти. Съответно само 11% от студентите смятат, че са готови да управляват дейности

по проекта, 67% имат частично разбиране за това и 22% не са готови. Тези данни показват, че на преден план излиза не само проблемът с готовността на учителите да прилагат нови образователни подходи, но и проблемът с подготовката на бъдещите учители за извършване на практически ориентирани образователни дейности, основани на формирането на проектни изследователски компетентности в рамките на STEM/STEAM обучението.

На Фиг. 3 са визуализирани резултати от студентската самооценка за „високо“ ниво на формиране STEM умения от 4К системата на 21 век. Хуманитарната насоченост на обучението на студентите от ПН 1.3 предопределя и големия брой студенти (68%), които имат самочувствие за развити комуникативни умения.



Фиг. 3. Студентска самооценка за високо ниво на формиране STEM умения от 4К системата на 21 век

Интервю с академични преподаватели

Във връзка с поставената изследователска цел в периода между 3 юни и 28 юни 2024 г. е проведено пряко полустандартизирано интервю „лице в лице“ с 26 преподаватели, обезпечаващи обучението на студентите от бакалавърските специалности в ПУ-филиал „Л. Каравелов“, гр. Кърджали. От тях 17 са хабилитирани преподаватели и 9 нехабилитирани с ОНС „доктор“.

Академичното обучение традиционно и логично визира приоритетно учебната и професионално-практическата дейност на студентите. В духа на STEM концепцията към тази основна цел причисляваме проектната, научноизследователската и художествено-творческата дейност. Интервюираните научни ръководители констатираха със задоволство желанието и изследователските нагласи на студентите към изучаване на проблеми, свързани със STEM методиката. По време на шестата студентска конференция във филиал-Кърджали „Науката – предизвикателство за младите“ са презентирани доклади: „Приложение на креативните методи и техники в STEAM обучение за началното образование“, „Дигиталното разказване на истории в час като нова стратегия за преподаване“, „Изкуственият интелект и образованието“, „Методът Томатис при затруднения с изучаването на чужд език“ и др. Преподавателите констатираха засилен интерес на бъдещите педагози към разработване на дипломни работи в областта на STEM: „STEM обучение в началното образование“, „Съвременни технологии в предучилищното образование“, „Психология на модерния герой в романа „Капитан“, „STEAM методика на работа с природни материали на деца от детската градина в художествено-конструктивната дейност“. Друг метод, често прилаган от университетските преподаватели-методисти, е възлагането на курсови работи за разработване на STEM уроци/педагогически ситуации, например: STEAM урок „Състезателен автомобил“ (чрез метода SCAMPER), Дигитален разказ със сценарий за екологично разделно събиране на отпадъци, създадена в среда за програмиране Scratch и др.

В своята учебно-образователна дейност академичните преподаватели се стремят да прилагат разнообразни съвременни подходи, свързани със STEM педагогиката като изследователски, проектно-базиран, проблемно-базиран, интердисциплинарен и други подходи. За реализиране на качествено STEM университетско обучение, обаче, респондентите констатираха редица проблеми и трудности: недостатъчно познаване на STEM

концепцията в образованието; ограничени познания по инженерство и по новите информационни технологии; липса или недостатъчно оборудвани STEM лаборатории; ограничения в сътрудничеството с други професионалисти и експерти и пр.

ИЗВОДИ

Резултатите от изследването потвърждават, че формирането на STEM компетентности у студентите-бъдещи учители изисква:

1) Създаването на условия за развитие на умения за критично мислене и творчески, проектно-базирани дейности, които да се формират в процеса на обучение на бъдещите учители;

2) Периодично актуализиране на учебните планове, с акцент върху интердисциплинарния подход при подготовката им и въвеждане на допълнителни STEM дисциплини;

3) Създаване на постоянен и ефективен механизъм за своевременни промени в учебното съдържание на университетските курсове (програми) с оглед на динамичния пазар на труда и общественото развитие;

4) Осигуряване на условия за висока квалификация на целия академичен състав чрез постоянно актуализиране на знанията, уменията и компетентностите на преподавателите.

STEM обучението на бъдещите учители позволява да се комбинира класическата методическа линия на професионалното педагогическо образование, фокусирана върху формирането на универсални и общи професионални компетентности на студентите, и иновативната концепция за практическа и трансдисциплинарна насоченост на обучението при активно включване на студентите в дизайнерски и изследователски дейности.

REFERENCES

Boon Ng, S. (2019). *Exploring STEM Competences for the 21st Century*. In-Progress Reflection No. 30, On Current and Critical Issues in Curriculum, Learning and Assessment.

European Qualifications Framework for Lifelong Learning. (2009). Luxembourg. (**Оригинално заглавие:** *Европейска квалификационна рамка за учене през целия живот*. (2009). Люксембург)

Garov, K., & Peykova, D. (2019). *Some aspects of STEM teaching in primary and lower secondary education*. Scientific Conference "Innovative ICT for Digital Research Area in Mathematics, Informatics and Pedagogy of Education", Pamporovo (**Оригинално заглавие:** *Гъров, К., Пейкова, Д. (2019). Някои аспекти на STEM обучението в начален и прогимназиален етап на основното образование. Научна конференция „Иновационни ИКТ за дигитално научноизследователско пространство по математика, информатика и педагогика на обучението“*. Пампорово)

Nikolova, N. (2019). *In support of professional teaching to develop STEM teacher competencies. Analysis of the intervention site in Bulgaria*. URL: https://www.learning-in-teaching.eu/images/docs/EN/IO3/Key_messages_updated_Bulgaria_final_BG.pdf (**Оригинално заглавие:** *Николова, Н. (2019). В подкрепа на професионалното обучение за развиването на компетенции на учителите по STEM. Анализ на мястото за интервенция в България*.)

Strategic framework for the development of education, training and learning in the Republic of Bulgaria (2021–2030). (2021). (**Оригинално заглавие:** *Стратегическа рамка за развитие на образованието, обучението и ученето в Република България (2021–2030)*.)

Strategy for the development of higher education in the Republic of Bulgaria 2021-2030. (2021) (**Оригинално заглавие:** *Стратегия за развитие на висшето образование в Република България 2021-2030 г.*.)