

## STEM ОБРАЗОВАНИЕ В УНИВЕРСИТЕТСКА ЕКОСИСТЕМА – РЕЗУЛТАТИ ОТ ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИ ЧРЕЗ РОБОТИКА И ИГРОВИ ПОДХОДИ

проф. д.н. Мария Алексиева  
доц. д-р Златина Димитрова  
доц. д-р Димитър Минчев  
*Бургаски свободен университет*

## STEM EDUCATION IN A UNIVERSITY ECOSYSTEM – RESULTS FROM STUDENT TRAINING THROUGH ROBOTICS AND GAME-BASED APPROACHES

Prof. Maria Aleksieva, D.Sc.  
Assoc. Prof. Zlatina Dimitrova, PhD  
Assoc. Prof. Dimitar Minchev, PhD  
*Burgas Free University*

**Резюме.** Публикацията представя резултати от апробирания модел за STEM образование в университетска учебна екосистема, разработен от екип на Бургаския свободен университет. Проектът се реализира в партньорство между Центъра по хуманитарни науки и Центъра по информатика и технически науки, което дава възможност за синтез между педагогическа и инженерна експертиза.

Основна цел на модела е създаването на устойчива и иновативна учебна среда, която свързва подготовката на студенти - бъдещи педагози и инженери, със съвременните тенденции в образованието и потребностите както на учителите, така и на учениците от началния и прогимназиалния етап. STEM лабораторията функционира като динамична образователна екосистема, в която преподаването и ученето се реализират чрез проектно базирано, проблемно базирано и експериментално обучение. Специален акцент е поставен върху интердисциплинарното сътрудничество и игровите подходи.

Анализът на резултатите показва, че при студентите се наблюдава значително повишаване на уменията за работа в екип, педагогическа рефлексия и прилагане на иновативни стратегии за обучение чрез игрови и експериментални подходи.

Представените наблюдения и изводи очертават трансформиращия потенциал на университетската STEM екосистема като платформа за обучение, иновации и трансфер на знания. Тя подготвя бъдещи учители и инженери, насърчава тяхната и отговаря на стратегическите насоки за развитие на STEM образованието в България в контекста на Образование 5.0, ориентирано към хуманизация, технологична свързаност и социална ангажираност на обучението.

**Ключови думи:** *STEM образование, LEGO роботика, игрови подходи, университетска учебна екосистема, компетентностен подход, дигитална трансформация, педагогическа иновация, образование 5.0*

**Abstract.** The publication presents the results of an approved model for STEM education within a university learning ecosystem, developed by a team from Burgas Free University. The project is implemented in partnership between the Center for Humanities and the Center for Informatics and Technical Sciences, enabling a synthesis of pedagogical and engineering expertise.

The main goal of the model is to create a sustainable and innovative learning environment that connects the training of students—future teachers and engineers—with contemporary educational trends and the needs of both teachers and students in primary and lower secondary education. The STEM laboratory functions as a dynamic educational ecosystem where teaching and learning are realized through project-based, problem-based, and experimental learning. Special emphasis is placed on interdisciplinary collaboration and game-based approaches.

The analysis of the results shows a significant improvement among students in teamwork skills, pedagogical reflection, and the application of innovative teaching strategies using game-based and experimental methods.

The presented observations and conclusions highlight the transformative potential of the university STEM ecosystem as a platform for learning, innovation, and knowledge transfer. It prepares future teachers and engineers, encourages their creativity, and aligns with the strategic directions for the development of STEM education in Bulgaria within the context of Education 5.0—focused on humanization, technological connectivity, and the social engagement of learning.

**Keywords:** *STEM education, LEGO robotics, game-based approaches, university learning ecosystem, competence-based approach, digital transformation, pedagogical innovation, Education 5.0*

## **ВЪВЕДЕНИЕ**

В контекста на глобалната трансформация в образованието и необходимостта от подготовка на ново поколение професионалисти, способни да отговорят на динамичните предизвикателства на бъдещето, STEM подходът (Science, Technology, Engineering, Mathematics) се утвърждава като ключова образователна парадигма. В тази връзка до 2026 г. Министерството на образованието и науката в България предвижда изграждане на STEM кабинети във всички училища в страната. Това ясно подчертава стратегическата насоченост на националната образователна политика към технологична интеграция и иновации в учебния процес. В този контекст университетите се явяват не само двигатели на промяната, но и основни генератори на знания, компетенции и сътрудничество между академията, индустрията и обществото.

Настоящото изследване представя резултатите от апробирания модел за STEM образование в университетска учебна екосистема. Моделът е разработен от екип на Бургаския свободен университет в рамките на проекта „Иновационен образователен хъб: STEM лаборатория и работилници за бъдещето в БСУ“, финансиран от университетския фонд „Научни изследвания и квалификация на персонала“. Проектната инициатива се осъществява в стратегическо партньорство между Центъра по хуманитарни науки и Центъра по ин-

форматика и технически науки, което дава възможност за синтез между педагогическа и инженерна експертиза. Този подход насърчава не само обмен на знания, но и съвместно създаване на иновативни решения с реална стойност.

Проектът е насочен към три целеви групи – студенти, учители и ученици, и подпомага развитието на ключовите компетентности на 21. век – критическо мислене, креативност, работа в екип, дигитална и алгоритмична грамотност, комуникация и иновационна култура. Със студентите и педагозите са проведени поредица от STEM работилници и практически проекти, по време на които те усвояват и прилагат иновативни методи за преподаване, изграждат прототипи на интелигентни системи и развиват умения за работа в екип. Разработените от интердисциплинарните екипи практически задачи и игрови STEM сценарии са апробирани в школите по роботика за ученици.

Рецепиентите от трите целеви групи работят с учебните комплекти LEGO Education (SPIKE Prime и WeDo 2.0), които съчетават знания от областите на програмирането, дизайна, електрониката и социалното въздействие. Включването на игрови елементи повишава мотивацията, стимулира познавателната активност и подкрепя емоционалната ангажираност на участниците.

Особен принос на представения модел е изграждането на връзка между университетското образование и училищната практика чрез съвместни STEM дейности със студенти, учители и ученици. В този процес LEGO роботиката се използва не просто като технологичен инструмент, а като средство за интегриране на научното знание с игрови и експериментални методи, които насърчават активното учене и сътрудничеството. Така университетската STEM лаборатория изпълнява функциите на отворена учебна екосистема – пространство за взаимодействие, съвместно създаване и трансфер на знания.

## **ЦЕЛ И ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ВЪПРОСИ**

Основната цел на изследването е да се анализира ефективността от прилагането на модел за STEM образование в университетска учебна екосистема, както и да се оцени неговото въздействие върху развитието на компетентности у студентите, участвали в обучителните дейности.

В изпълнение на тази цел студията си поставя следните задачи:

- да представи концептуалната рамка и организационния модел на университетската STEM екосистема;
- да опише проведените обучения и проектно базирани дейности с двете целеви групи;
- да анализира ефектите върху когнитивното, емоционалното и социалното учене на участниците;
- да очертае потенциала на STEM подхода за интеграция между академична и училищна практика;
- да формулира изводи и препоръки за устойчиво прилагане на модела в други университетски контексти.

Водещите изследователски въпроси, които ръководят анализа, са:

Какви компетентности и нагласи се развиват у студентите чрез участието им в STEM обученията?

По какъв начин игровите и роботизирани дейности стимулират креативността, мотивацията и екипната работа?

Как университетската STEM лаборатория функционира като модел на отворена учебна екосистема, подкрепяща трансфера на знания между академия и училище?

## **ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ И КОНЦЕПТУАЛНА РАМКА**

В епохата на дигитална трансформация и динамични социално-икономически промени образованието е изправено пред необходимостта да внедрява нови иновативни подходи. Именно те осигуряват на учащите необходимите умения и компетентности за справяне с постоянно променящите се изисквания на съвременното общество и на пазара на труда. В този контекст STEM образованието се утвърждава като интегрирана педагогическа парадигма, която преодолява традиционното разделение между отделните дисциплини и насочва вниманието към изграждането на знания и умения чрез автентични, комплексни и реални контексти на учене.

Kelley и Knowles подчертават, че интегрираното STEM обучение изисква „дълбоко разбиране как хората учат научно, технологично, инженерно и математическо съдържание чрез практики, които са толкова комплексни, колкото и глобалните предизвикателства, пред които е изправено човечеството“ (Kelley, Knowles 2016). Авторите подчертават, че ефективната STEM рамка съчетава научно познание, инженерно мислене и технологична креативност в съвместни учебни дейности, ситуирани в реални проблемни ситуации.

Концепцията за **интегрирано STEM обучение** се основава на три ключови принципа: (1) интердисциплинарна интеграция на съдържание и практика; (2) ситуирано учене чрез решаване на реални проблеми; (3) създаване на общност от практика, в която учащите се ангажират в съвместно конструиране на знанието (Алексиева 2023). Тази общностна перспектива съответства на идеята за „учебна екосистема“ – динамична среда, в която взаимодействат различни участници, а именно преподаватели, студенти/ученици, технологии и социални контексти (Hrynevych et al. 2021). В подобна екосистема ученето се разбира не като изолирана дейност, а като процес на сътрудничество, иновация и трансфер на знания между образователните нива и институции.

**Проектно базираното (Project-Based Learning) и проблемно базираното обучение (Problem-Based Learning)** заемат централно място в съвременните STEM модели. Те предоставят възможност на учащите да преминават през всички фази на инженерния дизайн – от формулиране на проблема до изграждане и тестване на прототипи. Тези подходи „позволяват на обучаемите да развиват ключови компетентности чрез създаване на автентични решения с добавена стойност“ (Hu, Guo 2021). Именно този тип обучение осигуря-

ва преход от пасивно усвояване към активно конструиране на знание, ангажирайки едновременно когнитивните, емоционалните и социалните аспекти на ученето (Алексиева 2024).

**Образователната роботика** представлява специфична форма на прилагане на STEM подхода, която съчетава инженерно, технологично и творческо мислене. Както подчертават Sadik и съавтори, „образователната роботика в контекста на STEM обучението развива изчислително мислене, алгоритмична грамотност и способност за решаване на комплексни задачи“ (Sadik et al. 2023). Тя превръща теоретичните знания в практическо действие, като стимулира учениците и студентите да мислят като инженери, учени и дизайнери. В този контекст роботиката не е само технологичен инструмент, а педагогически медиатор – средство за развиване на ключови умения и нагласи, свързани с креативност, сътрудничество и рефлексия.

**Игровите елементи**, които все по-често се интегрират в STEM обучението, имат доказано висока мотивираща стойност. Те подпомагат не само познавателната активност, но и емоционалната ангажираност на участниците, превръщайки процеса на учене в преживяване. Игровите сценарии създават условия за експериментиране, вземане на решения и преживяване на успех, което повишава вътрешната мотивация и устойчивостта на ученето (Gee 2005; Витанова 2019; Димитрова 2023). Според Димитрова геймифицираните подходи в образованието изграждат ефективни среди за адаптивно учене, чрез които обучаемите активно се включват в решаването на предизвикателства и получават обратна връзка (Димитрова 2023, с. 206).

Както подчертава М. Алексиева, в основата на STEM работилниците стоят и педагогическите концепции на конструктивизма и конструкционизма (Алексиева 2024). Жан Пиаже дефинира ученето като процес на активно конструиране на знания, докато Сеймур Пейпърт развива идеята, че обучаемите учат най-ефективно, когато създават „значими обекти“ в реалния свят, включително чрез дигитални технологии и програмируеми системи (Papert 1991).

**Роботиката и работата с LEGO Education платформи** (SPIKE Prime, WeDo 2.0) представляват междудисциплинарна среда, която комбинира инженерство, програмиране, физика и математика. К. Алимисис отбелязва, че LEGO роботите развиват когнитивни и социални умения, алгоритмично мислене и създават мост между теория и практика (Alimisis 2013). В друго изследване се посочва, че платформата SPIKE Prime подпомага развитието на пространствено мислене и визуално програмиране, което е ключово за дигиталната грамотност на 21. век (Merdan et al. 2020).

Интегрирането на STEM лаборатории и творчески работилници в университетска среда съответства на принципите на проектно базираното, проблемно базираното и експерименталното учене. Развитието на ключови компетентности на 21. век, като сътрудничество, комуникация, креативност и критическо мислене, изисква модели на обучение, които надхвърлят традиционната педагогика (Димитрова 2024).

Може да се обобщи, че STEM обучението в университетска екосистема съчетава интеграцията на различни научни дисциплини с изграждането на иновационна култура, насочена към развитие на компетентности на 21. век. То се вписва в концепцията за Образование 5.0, която акцентира върху хуманизацията, социалната ангажираност и етичната отговорност на технологичното знание. В този контекст университетът се превръща в център за трансфер на знания и иновации, където се изграждат мостове между педагогическата и инженерната експертиза, както и между академичната подготовка и училищната практика (Алексиева, 2024).

Теоретичната рамка на настоящото изследване аргументира необходимостта от изграждане на университетски STEM екосистеми, в които студенти, преподаватели и технологии взаимодействат активно и създават устойчиви, интерактивни и компетентностно ориентирани учебни пространства.

### **МОДЕЛ НА УНИВЕРСИТЕТСКА STEM ЕКОСИСТЕМА**

STEM образованието в университетска среда придобива все по-голямо значение като мост между теорията и практиката, между подготовката на бъдещи специалисти и реалните потребности на образователната система и пазара на труда. Чрез интегрирането на технологии, роботика, инженерно мислене и игрови подходи в процеса на обучение студентите развиват ключови компетентности на 21. век – критическо мислене, креативност, работа в екип, дигитална и алгоритмична грамотност, комуникация и иновационна култура. Паралелно с това се формират нагласи за експериментиране, иновативно мислене и педагогическа рефлексия – умения, които подготвят бъдещите учители и инженери за ефективна работа в динамична дигитална среда.

В този контекст моделът на университетска STEM екосистема в Бургаския свободен университет е изграден като отворена, интердисциплинарна и практико-ориентирана структура, насочена към синергия между педагогическите и инженерните науки. Той осигурява възможност за интерактивно учене чрез създаване, експериментиране и сътрудничество, като интегрира принципите на проектно базираното, проблемно базираното и експерименталното обучение. Както отбелязва М. Алексиева, университетът на бъдещето се формира като „динамична, отворена учебна екосистема“, която обединява дигитални технологии, гъвкави формати на обучение и нови стандарти за академична и професионална подготовка (Алексиева 2024).

Тази визия напълно съответства и с разбирането на Varab и Roth за учебната екосистема като отворена и адаптивна среда, в която взаимодействат обучаеми, преподаватели, технологии и иновационни ресурси в подкрепа на устойчивото учене (Varab, Roth 2006). В подобен модел знанието се създава съвместно чрез решаване на реални практически казуси, обмен на опит и сътрудничество между различни дисциплинарни общности. Този принцип е в основата на функционирането на STEM лабораторията и творческите работилници в БСУ.

## **1. Цел и структура на университетската STEM екосистема в БСУ**

Основна цел на университетската STEM екосистема е да се създаде иновационна учебна среда, в която студенти от хуманитарни и технически специалности работят съвместно по реални проблеми, като използват инструментариума на образователната роботика и игровите подходи. Като структурата обединява богат набор от учебни форми – работилници, педагогически ателиета, хакатони, STEM маратони, проектни обучения и научно-творчески инициативи.

В процеса на учебно взаимодействие студентите – бъдещи учители и инженери, използват LEGO Education платформите (SPIKE Prime, WeDo 2.0) като достъпно средство за проектиране, програмиране и инженерен дизайн. По този начин лабораториите се превръщат в среда, в която се реализират принципите на проектно базираното и проблемно базираното обучение, свързващи теорията с практиката. Този образователен подход подпомага формирането на редица ключови умения, като логическо и алгоритмично мислене, колаборация, комуникация и креативност.

## **2. Педагогически подходи и дидактически принципи**

Както стана ясно, творческите работилници в STEM лабораторията обединяват различни дидактически стратегии и се базират на принципите на конструктивизма на Пиаже и на конструкционизма (Papert 1991). Обучаемите се включват активно в процеса чрез създаване на прототипи, симулации и ролеви сценарии, като прилагат знания от различни учебни области.

Игровите подходи се използват като средство за засилване на вътрешната мотивация, повишаване на ангажираността и насърчаване на сътрудничеството. Освен това ученето чрез игра може да подпомогне когнитивното и социалното учене, като превръща участника от пасивен присъстващ в активен създател на знание.

Творческите STEM работилници се обявяват предварително чрез официалния уебсайт на университета и се провеждат по ясно структурирани учебни програми. За всяка работилница се разработват специализирани обучителни ресурси – презентации, работни листове и практически материали, които са съобразени с възрастовите, когнитивните и професионалните характеристики на участниците. По този начин се гарантира плавно въвеждане в темата, постепенно усвояване на знанията и активно включване на обучаемите в процеса на експериментиране и създаване.

В хода на работилниците студентите работят в екипи, като създават и документират инструкции стъпка по стъпка за работа с роботизираните платформи (LEGO Education SPIKE Prime, WeDo 2.0). Този процес развива умения за ясно структуриране на информацията, алгоритмично мислене и педагогическа комуникация.

След практическата част участниците разработват STEM сценарии за учебни уроци, които надграждат техническите умения с педагогическа реф-

лекция. Всеки сценарий се структурира по унифицирана STEM рамка, която включва:

- формулиране на цели и очаквани резултати, съобразени с образователните стандарти;
- интердисциплинарни връзки, които обединяват съдържание от различни учебни области (наука, технологии, инженерство, математика, изкуства);
- практически задачи, стимулиращи изследователска дейност, работа в екип и решаване на реални проблеми;
- критерии и индикатори за оценяване, чрез които се проследява степента на постигане на целите и развитието на компетентностите.

### **3. Етапи на изпълнение на модела**

Реализацията на модела за университетска STEM екосистема в Бургаския свободен университет преминава през няколко взаимосвързани и последователни етапа, които осигуряват системност, устойчивост и практическа приложимост на постигнатите резултати.

#### ***Първи етап – създаване на STEM лаборатория***

В началната фаза се изгражда и оборудва специализирана лаборатория, която функционира като основно пространство за експериментиране, учене и иновации. Тя разполага с роботизирани комплекти (LEGO Education SPIKE Prime, WeDo 2.0), програмируеми системи, сензори, лаптопи и интерактивни панели. Това технологично оборудване позволява интегриране на инженерно мислене, програмиране и креативен дизайн в учебния процес и създава реална среда за изследване и сътрудничество.

#### ***Втори етап – провеждане на интердисциплинарни обучения.***

След изграждането на лабораторията се организират обучения за студенти и учители, които обединяват теория и практика. Обученията включват въвеждащи лекции за STEM философията и принципите на проектно и проблемно базираното обучение, както и практически сесии, в които участниците проектират, програмират и тестват собствени модели. Акцент се поставя върху разработването на STEM уроци, които свързват педагогическото съдържание с технологични решения и игрови методи на преподаване.

#### ***Трети етап – разработване на учебни ресурси и инструкции***

На този етап студентите и преподавателите съвместно създават образователни ресурси – работни листове, визуални инструкции, примерни проекти и сценарии за уроци, адаптирани към различни възрастови и познавателни групи. Всеки ресурс е структуриран така, че да подпомага учениците в самостоятелното изследване, логическото мислене и експерименталното учене.

#### ***Четвърти етап – споделяне и разпространение на добри практики***

Заклучителната фаза включва участие на студентите в научни конференции, образователни форуми и демонстрационни събития, по време на които

екипите представят резултатите от обучителния модел. По този начин се насърчава обменът на опит между университетски преподаватели, учители и представители на образователната общност, като на тази основа се създават условия за бъдещи партньорства.

В рамките на целия процес студентите развиват практически компетентности, като работа в екип, критическо и алгоритмично мислене, креативност и способност за решаване на реални проблеми чрез технологии. Учителите и учениците се включват активно чрез външни обучения и сертификационни курсове. Университетските преподаватели надграждат своята експертиза в областта на дигитално подпомогнатото и компетентностно ориентираното учене.

Предложеният методологичен модел демонстрира как една добре организирана **университетска учебна екосистема**, базирана на технологични средства, педагогически иновации и интердисциплинарно сътрудничество, може да **трансформира образователната практика** и да създаде устойчива основа за развитие на **STEM култура** както в университетския, така и в училищния контекст.

## МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Изследването е реализирано в рамките на университетската STEM екосистема на Бургаския свободен университет и има за цел да проследи ефекта от прилагането на иновативния педагогически модел, базиран на роботика и игрови подходи, върху развитието на компетентности у студентите. Методологичният дизайн комбинира елементи на експериментално изследване и педагогическо наблюдение, като се опира на принципите на учене чрез действие (experiential learning), проектно и проблемно базираното обучение.

Изследователският процес включва два основни етапа:

1. Планиране и организация на обучителни дейности – разработване на STEM програми и учебни сценарии, в които са интегрирани елементи на роботика, инженерно мислене и геймификация.
2. Провеждане на STEM обучения и работилници – реализирани са две университетски STEM работилници с участие на 23 студенти от педагогически и инженерни специалности. Студентите преминават през цикъл от обучителни дейности, включващи конструиране на роботизирани модели, програмиране на базови алгоритми и създаване на STEM уроци, базирани на LEGO Education комплекти и игрови подходи.

Методите на събиране на данни включват наблюдение на процеса на обучение и взаимодействието между участниците, анализ на продуктите на ученето – разработените сценарии, прототипи и проекти; анкетиране и рефлексия спрямо участниците в целевите групи – студенти, учители и ученици.

Събраните данни позволяват да се направи качествен анализ на педагогическите ефекти от прилагането на STEM подхода в университетска среда, както и да се оцени трансферът на разработените модели в училищен контекст. Особено внимание се отделя на уменията за работа в екип, креативност, алгоритмично мислене и педагогическа иновативност.

## **РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ ОТ ПРИЛОЖЕНИЕТО НА МОДЕЛА**

Прилагането на модела в университетска среда показва висока степен на ефективност по отношение на развиването на професионално-педагогически и технологични компетентности у студентите – бъдещи учители и инженери. В дейностите се включиха общо 23 студенти, разделени в екипи по двама или трима, което създаде благоприятна среда за сътрудничество, обмен на идеи и рефлексия в процеса на съвместно учене.

В рамките на двете проведени STEM работилници студентите преминаха през целия цикъл на проектно и проблемно базирано обучение – от планиране и конструиране до програмиране, тестване и представяне на разработките. В резултат на съвместната работа бяха създадени 10 проекта, реализирани чрез роботизираните комплекти (LEGO Education SPIKE™ Prime и WeDo 2.0). Всеки проект представя конкретен технологичен или образователен проблем, решен чрез креативен инженерно-програмен подход (например „Робот Жабок“, „Екологичен герой“, „Танцьор“, „Сигурен сейф“, „Моторист“ и др.).

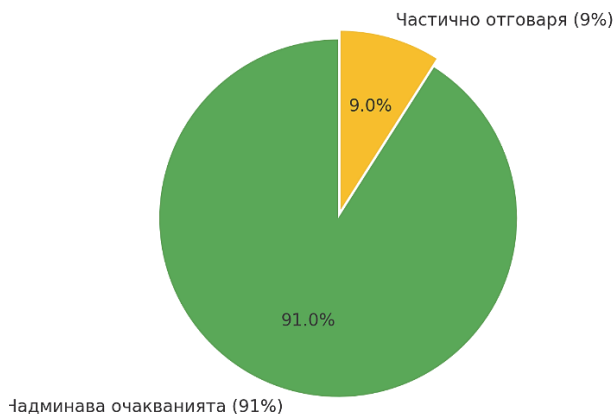
Студентите документираха систематично своята работа през всички етапи на обучението – от идеята и планирането на проекта до неговото реализиране и представяне. Всеки екип подготви детайлно проектно досие, включващо описание на целите и задачите, технически чертежи и схеми на конструкциите, програмен код, инструкции „стъпка по стъпка“ за сглобяване и тестване, както и рефлексивен анализ на възникналите предизвикателства и решенията, които са приложили. Паралелно с това бяха разработени и визуални материали – снимки, видеозаписи и инфографики, илюстриращи отделните етапи на проекта. Тази документация се използва в две посоки – като доказателство за усвоените компетентности и като учебен ресурс за бъдещи издания на STEM работилниците.

Кулминация на този процес е представянето на проектите на форума „Студентско научно творчество“ с международно участие, проведен през април 2025 г. Там студентите демонстрираха академични, комуникационни и изследователски умения пред широка аудитория от преподаватели, експерти и студенти от други университети. Особено впечатление направиха уменията им да аргументират избора на технологии и педагогически подходи, както и да отговарят на експертни въпроси по време на дискусиите. Един от екипите бе отличен с награда за иновативност за проекта „Робот колоездач“, което потвърждава не само функционалността на разработката, но и оригиналността на инженерното решение и качеството на представянето.

За оценка на ефективността на обучението е проведено анкетно проучване сред всички участници, което включва 12 въпроса с комбинирани (отворени и затворени) отговори. Събраните данни отразяват висока степен на удовлетвореност и позитивна нагласа към интегрирания STEM модел.

### 1. Обща удовлетвореност и възприемане на модела

Анализът на резултатите от проведената анкета разкрива висока степен на удовлетвореност сред участниците в обучението, осъществявано по интегрирания STEM модел. Данните убедително показват, че 91% от студентите оценяват обучението като преживяване, което надминава техните очаквания. Този резултат потвърждава високата ефективност на прилаганата методика и нейната способност да предизвиква активна ангажираност, интерес и пози-



Фигура №1. Степен на удовлетвореност от обучението

тивна нагласа към учебния процес. Практическата насоченост на обучението и възможността за работа с роботизираните LEGO комплекти се открояват като основни фактори, допринасящи за положителното възприемане на учебните дейности. Те осигуряват динамична и интерактивна среда, в която теорията естествено се свързва с практиката, а студентите развиват увереност и удовлетворение от собствения си напредък.

Обучението по интегрирания STEM модел създава условия за активно и преживелищно учене, в което студентите конструират знанието чрез експериментиране, наблюдение и сътрудничество. Тази организация на учебния процес стимулира познавателната активност, развива творческото мислене и подпомага формирането на вътрешна мотивация за усъвършенстване. Практическите дейности с LEGO роботика предоставят възможност за реализиране на идеи, за създаване на реални решения и за осъзнаване на връзките между технологиите, науката и педагогиката.

Постигнатите резултати отразяват успешното прилагане на съвременен, опитно-базиран и конструктивистки подход, който насърчава самостоятелността, инициативността и увереността на обучаемите.

Високата степен на удовлетвореност свидетелства за положителна трансформация в начина, по който бъдещите учители възприемат STEM обучението – не просто като образователна методика, а като вдъхновяващ процес на създаване, изследване и професионално развитие. Така обучението се утвърждава като пример за ефективен и мотивиращ модел, който подпомага интеграцията на технологичните и педагогическите компетентности в съвременната образователна практика.

## **2. Практическа приложимост и развитие на педагогически компетентности**

Резултатите от анкетното проучване категорично потвърждават високата практическа стойност и приложимост на обучението по интегрирания STEM модел. Цели **93% от студентите** определят практическите задачи и екипната работа като **изключително полезни и директно приложими** в бъдещата им педагогическа дейност. Този впечатляващ резултат демонстрира, че програмата успешно съчетава теория и практика, като насърчава активното участие, сътрудничеството и професионалното израстване на обучаемите.



*Фигура №2. Оценка на практическата приложимост*

Практическите модули в обучението създават реални условия за изграждане на ключови педагогически компетентности – **умения за организация на учебната среда, фасилитиране на групови процеси, както и интеграция на технологични решения** в образователен контекст. Студентите усвояват способността да планират, реализират и оценяват учебни дейности, базирани на експеримент, изследване и съвместно решаване на проблеми. Този процес укрепва тяхната увереност като бъдещи учители, способни да прилагат иновативни методи и да ангажират учениците в активно учене.

Интерактивният характер на STEM обучението допринася за развитието на **комуникативни и лидерски умения**, тъй като студентите работят в екипи, споделят идеи и координират усилията си при реализиране на проектни задачи. Това формира устойчиви нагласи за колегиалност, взаимопомощ и ефективна колаборация – качества, които са от съществено значение за успешната педагогическа практика.

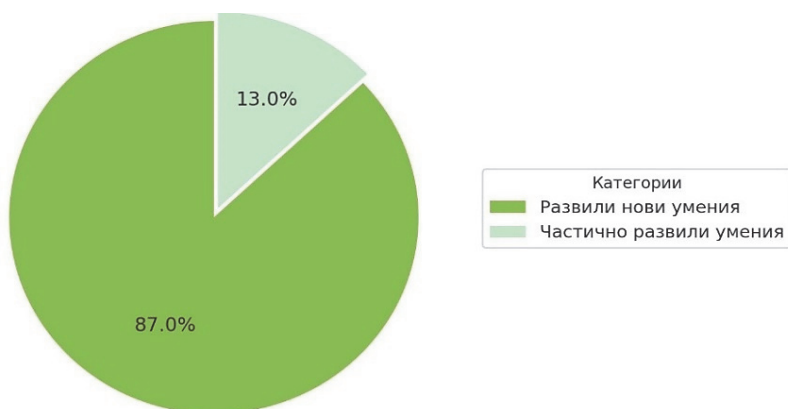
Освен това, чрез включването на **технологични инструменти и роботизирани системи**, студентите развиват умения за адаптиране на дигитални ресурси към различни възрастови групи и учебни цели. По този начин обучението не просто надгражда теоретичните знания, а превръща бъдещите учи-

тели в **фасилитатори на иновации**, които могат да създават ангажираща, интерактивна и технологично осмислена учебна среда.

В заключение, резултатите ясно показват, че обучението по интегрирания STEM модел има висока **практическа и трансферна стойност**, тъй като развива комплекс от педагогически, комуникативни и технологични компетентности. То утвърждава съвременния образ на учителя като **иноватор, изследовател и вдъхновител на учениците**, способен да прилага междудисциплинарни подходи в реални образователни ситуации.

### *3. Развитие на дигитални и технологични умения*

Резултатите от изследването показват, че **87% от участниците** са развили нови умения в областта на програмирането, визуалното моделиране и инженерния дизайн, което потвърждава високата ефективност на интегрирания STEM модел за усъвършенстване на технологичните компетентности. Този резултат ясно демонстрира способността на обучението да съчетава педагогически и технологични подходи в едно цялостно образователно преживяване, в което студентите прилагат наученото чрез експеримент и съзидателна дейност.



*Фигура №3. Развитие на технологични умения*

Междудисциплинарният характер на програмата осигурява органично преплитане на знания от различни области – технологии, инженерство, математика и педагогика, като по този начин подпомага изграждането на комплексен професионален профил. Обучаемите не само усвояват нови технически умения, но и развиват аналитично и алгоритмично мислене, необходимо за решаване на проблеми и за създаване на иновативни решения в образователна среда.

Високият процент на самооценка за развитие на дигитални компетентности показва, че обучението успешно постига баланс между теория и практика. Студентите не са просто пасивни получатели на информация, а активни

участници в процес на създаване, програмиране и експериментирание, което води до по-дълбоко разбиране и трайно усвояване на знанията. Работата с дигитални и роботизирани инструменти развива у тях увереност в използването на технологии като средство за педагогическа иновация и творческо изразяване.

Обучението допринася и за формирането на култура на технологична грамотност, в която студентите възприемат дигиталните инструменти не просто като технически средства, а като **интегрална част от учебния процес**, подпомагаща критическото мислене и съвместното учене. Така развиваните дигитални умения се превръщат в основа за бъдеща професионална реализация в контекста на съвременното образование, което изисква висока адаптивност и готовност за прилагане на иновации.

В заключение, резултатите утвърждават интегрирания STEM модел като ефективен подход за изграждане на технологична компетентност, увереност и креативност у бъдещите учители. Обучението не просто развива умения, а формира мислене, ориентирано към изследване, създаване и приложение на технологии в полза на учебния процес и учениците.

#### ***4. Увереност и готовност за прилагане на STEM подходи***

Резултатите показват висока степен на увереност сред участниците по отношение на прилагането на STEM подходи в бъдещата им педагогическа практика. **94% от студентите** споделят, че участието в обучителните работилници **значително е повишило тяхната увереност** и готовност да използват технологиите като средство за активно учене и развиване на мисленето на учениците. Този резултат отразява не само ефективността на програмата, но и настъпилата вътрешна трансформация в нагласите на студентите – от възприемане на технологиите като външен инструмент към осъзнаването им като естествена част от съвременния образователен процес.



*Фигура №4. Самооценка на увереността за прилагане на STEM методи*

Участието в STEM работилниците създава автентична учебна среда, в която бъдещите учители се чувстват подкрепени да експериментират, да вземат решения и да изграждат собствени стратегии за интегриране на технологии в учебния процес. Този процес не само развива техните дигитални компетентности, но и укрепва професионалната им идентичност като **иновативни педагози**, които разбират и прилагат принципите на активно, изследователско и проектно-базирано учене.

Обучението насърчава самоувереността чрез практическо овладяване на инструменти и методи, които студентите могат да използват в реална училищна среда. Възможността да създават собствени STEM уроци и да ги тестват в екип стимулира чувството за постижение и компетентност, като едновременно с това изгражда умения за рефлексия и педагогически дизайн.

Така високият относителен дял на самооценка за увереност потвърждава, че интегрираният STEM модел не просто предава знания, а **формира мислене на учител-иноватор**, способен да използва технологиите като катализатор за творческо и критическо мислене. Обучението създава предпоставки за изграждане на устойчива професионална увереност, ориентирана към прилагането на иновации, сътрудничество и гъвкави подходи в съвременното образование.

#### 5. Препоръки за устойчивост и разширяване

Резултатите потвърждават високата степен на приемственост и устойчивост на интегрирания STEM модел. Данните показват, че **82% от студентите** изразяват готовност да препоръчат този формат на обучение на свои колеги от педагогически и инженерни специалности. Този факт подчертава **широкото одобрение и доверието в ефективността на прилаганата методика**, както и нейния потенциал да се утвърди като устойчива и разпространяема практика в университетската среда.



Фигура №5. Готовност за препоръка на обучението

Високата степен на готовност за препоръка разкрива, че обучението е възприето като **професионално значимо и вдъхновяващо преживяване**, което стимулира ангажираност, сътрудничество и увереност в собствените педагогически способности на студентите. Чрез практическите задачи, проектно-базираните дейности и използването на иновативни технологии обучаемите развиват умения, които пряко кореспондират с реалните изисквания на съвременното образование. Тази практическа насоченост създава усещане за смисленост и приложимост на знанията, което от своя страна формира позитивна нагласа за споделяне и разширяване на добрия опит.

STEM работилниците се утвърждават като **ефективна форма на междудисциплинарно обучение**, която обединява бъдещи учители и инженери около общи цели – създаване на учебна среда, базирана на експеримент, изследване и технологична иновация. Този подход насърчава изграждането на професионална общност, в която сътрудничеството и обменът на идеи се превръщат в основен двигател за развитие.

Интегрираният STEM модел демонстрира значителен **потенциал за мултиплициране и адаптиране** в различни академични контексти, благодарение на своята отворена структура и акцент върху практическите умения. Високата степен на положителна обратна връзка свидетелства за неговата актуалност и привлекателност като обучителна стратегия, която обединява теория, практика и технологично творчество.

В заключение, готовността на студентите да препоръчат обучението потвърждава **устойчивия характер и професионалната стойност** на модела. Той се възприема като вдъхновяваща, приложима и перспективна форма на обучение, способна да подкрепи модернизацията на педагогическата подготовка и да стимулира изграждането на нов тип учител – уверен, иновативен и ориентиран към бъдещето.

Анализът на отворените въпроси от анкетата разкрива ясно изразена кохезионност в мненията на участниците и очертава няколко ключови тематични направления, отразяващи дълбокото въздействие на обучението по интегрирания STEM модел. Студентите акцентират върху **възможността за практическо приложение на знанията**, като споделят, че обучението им е позволило да осъзнаят как теоретичните концепции могат да се материализират чрез реални дейности и опит. Тази връзка между теория и практика се възприема като най-силния аспект на курса, който превръща усвояването на знанията в активно, смислено и преживелищно учене.

Друга отчетлива линия в отговорите е **стимулирането на творческото мислене**. Участниците оценяват възможността да разработват собствени решения, да експериментират и да проявяват индивидуален подход при решаването на задачи, вместо да следват строго определени инструкции. Това им позволява да изразят своята креативност, да поемат отговорност за резултата и да изградят увереност в собствените си идеи и педагогически иновации.

Особено значимо е и **придобиването на увереност в технологична среда**. Много от студентите споделят, че преди обучението са имали ограничен практически опит с роботика и програмиране, но в хода на курса са развили увереност и компетентност да използват подобни технологии в бъдещата си професионална работа. Това постижение показва не само овладяване на технически умения, но и изграждане на позитивна нагласа към технологиите като инструмент за вдъхновяване и активиране на учениците.

#### **6. Устойчиви тенденции**

Качественият анализ на отговорите и наблюденията по време на обучителния процес очертава няколко устойчиви тенденции. На първо място се откроява **развитието на дигитална и алгоритмична грамотност**, като студентите овладяват базови и междинни нива на програмиране и управление на роботизирани системи чрез LEGO Education SPIKE Prime и Scratch-базирани среди. Този процес не само усъвършенства технологичната им компетентност, но и насърчава аналитичното мислене и системния подход към решаване на проблеми.

Съществена характеристика на обучението е и **интердисциплинарното мислене**, проявено в способността на студентите да интегрират знания от математика, природни науки, технологии и педагогика при създаването на собствени учебни сценарии. Тази интеграция води до по-дълбоко разбиране на връзките между различните области на знанието и до формиране на умения за преподаване чрез реални, свързани с живота контексти.

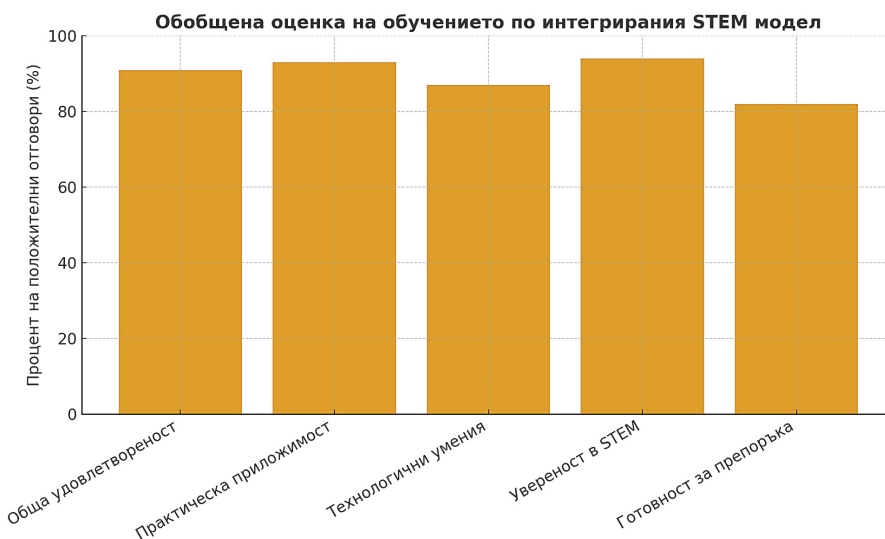
Паралелно с това се наблюдава развитие на **педагогическа рефлексия и умения за дизайн на учебни дейности**. Студентите разработват свои STEM уроци, в които включват игрови подходи, проектно-базирани и проблемно-ориентирани задачи. Те подчертават, че игровият елемент стимулира активността, сътрудничеството и ангажираността на учениците, като същевременно улеснява процеса на усвояване на знанията.

Друга отчетлива тенденция е **повишената мотивация и ангажираност**. Според данните, **94% от участниците** определят опита като „високо мотивиращ и полезен“ за своето професионално развитие. Тази оценка свидетелства за позитивна емоционална ангажираност и осъзната връзка между академичното обучение и бъдещата педагогическа практика.

Обобщеният анализ на разработените от студентите учебни материали потвърждава, че те прилагат принципите на интегрираното STEM обучение в духа на конструктивистката парадигма. В процеса на работа студентите демонстрират не само техническа компетентност, но и формират **иновативен педагогически стил**, характеризиращ се с креативност, адаптивност и ориентация към активно, опитно-базирано учене. Този стил отразява съвременната визия за учителя като фасилитатор на знанието, който вдъхновява учениците да мислят критично, да експериментират и да прилагат наученото в реални ситуации.

*STEM образование в университетска екосистема – резултати от обучението на студенти чрез роботика и игрови подходи*

Визуализираните данни във Фигура №6 представят обобщената самооценка на студентите относно ключовите параметри на обучението по интегрирания STEM модел. Анализът показва стабилно високи резултати във всички изследвани категории, което свидетелства за ефективност, приложимост и висока степен на удовлетвореност от модела.



*Фигура №6. Обобщена оценка на обучението по интегрирания STEM модел*

Най-висока стойност се наблюдава при показателя „Увереност в STEM“ (94%), който потвърждава, че участието в практическите работилници оказва силно въздействие върху изграждането на професионална увереност и готовност за прилагане на STEM подходи в педагогическата практика. Също толкова високи резултати се отчитат при „Практическа приложимост“ (93%) и „Обща удовлетвореност“ (91%), което показва, че обучението не само надминава очакванията на студентите, но и предоставя реални инструменти и методи за бъдещата им професионална реализация.

Категорията „Развитие на технологични умения“ (87%) подчертава междудисциплинарния характер на програмата, която успешно обединява технологични, инженерни и педагогически компетентности. Този резултат демонстрира, че обучението постига ефективен баланс между теория и практика и съдейства за повишаване на дигиталната грамотност и алгоритмичното мислене.

Показателят „Готовност за препоръка“ (82%) потвърждава положителната нагласа на студентите към мултиплициране и устойчивост на модела. Готовността им да споделят опита си и да препоръчат обучението на други специалности е индикатор за вътрешна удовлетвореност и доверие в неговата стойност и ефективност.

Обобщено, данните във фигурата очертават изключително позитивен профил на възприемане на интегрирания STEM модел. Те потвърждават, че прилаганата методика стимулира ангажираност, развива компетентности с висока трансферна стойност и създава предпоставки за изграждане на професионална идентичност на учител-иноватор. Обучението успешно интегрира научното познание, технологичните инструменти и педагогическото творчество в единен, устойчив и мотивиращ процес на обучение.

## ДИСКУСИЯ

Получените резултати убедително потвърждават **надеждността и ефективността на разработения модел** като интегрирана образователна рамка, която обединява теория, практика и технологична иновация в университетска среда. Моделът функционира като цялостна педагогическа система, в която **роботиката, игровите подходи, проектно базираното и проблемно базираното обучение** се комбинират в синергия, създавайки условия за развитие на ключови компетентности, съответстващи на изискванията на съвременното знаниево общество.

В процеса на обучение студентите демонстрират значимо разширяване на професионалния си и когнитивен репертоар. Чрез работа в автентична учебна среда, базирана на експериментиране, те усвояват умения за критическо мислене, креативност, комуникация и технологична грамотност, които са фундаментални за педагогическата практика в контекста на дигиталната трансформация. Освен овладяването на технически и методически знания, студентите изграждат иновативен педагогически стил, отличаващ се с гъвкавост, адаптивност и способност за създаване на интерактивни учебни преживявания.

Тези характеристики съответстват на философията на Образование и икономика 5.0, в която човекът и технологията съществуват в сътрудничество, насочено към постигане на устойчиво развитие, социална ангажираност и хуманистична ориентация на технологичния прогрес.

### **Компетентности, формирани чрез STEM обученията**

STEM обучението в рамките на университетските работилници стимулира развитието на широк спектър от когнитивни, социални и метакогнитивни компетентности, които надхвърлят границите на отделните дисциплини.

При студентите най-ясно се проявяват следните групи компетентности:

- **Професионално-педагогически компетентности**, свързани с дизайн и фасилитиране на учебни дейности, интеграция на технологии в образователния процес и педагогическа рефлексия.
- **Технологични и инженерни компетентности**, изразяващи се в прилагането на алгоритмично мислене, работа с роботизирани платформи, моделиране и анализ на данни.
- **Комуникативни и екипни умения**, развивани чрез съвместно проектиране, представяне и защита на проекти в интерактивна среда.

В хода на обучението студентите преминават към **активно, изследователско и саморефлексивно учене**, насочено към търсене на решения, експериментирание и критическо осмисляне на образователните процеси. Формира се **увереност в използването на технологиите като средство за творчество и педагогическа иновация**, както и стремеж към прилагане на придобитите знания и умения в реален училищен контекст.

В своята цялост, анализът на резултатите от прилагането на модела потвърждава, че интегрираното STEM обучение **подпомага формирането на мислещи, съзидателни и социално отговорни личности**, подготвени да се адаптират и да създават в среда на непрекъснати технологични и социални промени. Моделът демонстрира **висока педагогическа ефективност**, устойчивост и потенциал за разширяване в контекста на съвременното образование, насочено към хуманизация на технологиите и развитието на компетентности на бъдещето.

### **Игрови и роботизирани дейности като стимул за креативност и мотивация**

Игровите и роботизирани дейности, заложи в интегрирания STEM модел, имат централно значение за формирането на вътрешна мотивация, творческо мислене и активно учене. Взаимодействието с роботизирани системи като LEGO Education SPIKE Prime и използването на визуални програмни среди създават възможност участниците да „мислят чрез действие“ – да проектират, експериментират и усъвършенстват своите идеи в процеса на реализация. Този подход трансформира ученето в процес на изследване и създаване, в който технологиите служат като инструмент за откривателство и лична изява.

Игровият елемент, интегриран в модела, изпълнява педагогическа и мотивационна функция, тъй като въвежда естествено предизвикателство, съревнование и удовлетворение от успеха. Тази динамика поддържа висока концентрация и ангажираност дори при сложни задачи, като същевременно насърчава радостта от ученето и чувството за постижение. Чрез игровата структура студентите развиват устойчиво внимание, саморегулация и позитивна нагласа към процеса на решаване на проблеми, което е съществен компонент на изследователското мислене в STEM контекста.

Креативността, проявена в рамките на тези дейности, се изразява не само в техническите решения, но и в педагогическия дизайн на уроците и проектите. Студентите разработват собствени сценарии, които обединяват елементи от технологии, предприемачество, изкуство, математика и социална ангажираност, демонстрирайки интердисциплинарен и холистичен подход към знанието. По този начин обучението се превръща в пространство за интегриране на различни области на човешкото познание, където творчеството е резултат от синергията между логика, въображение и сътрудничество.

Екипната работа, заложиана като основен компонент на модела, насърчава споделяне на идеи, взаимно учене и развитие на лидерски и координационни

умения. Тя подпомага изграждането на комуникативна компетентност и социална чувствителност, като формира у участниците нагласа за съвместно постигане на цели и уважение към различните гледни точки. В тази колаборативна среда всеки участник се превръща едновременно в създател и ученик, което отразява принципа на конструктивисткото учене – знанието се изгражда чрез взаимодействие и опит.

В този контекст игрово-роботизираните дейности се утвърждават като педагогически инструмент с висока трансформационна стойност, който обединява познавателното, емоционалното и социалното измерение на ученето. Те създават условия за развитие на креативност, саморефлексия и автономна мотивация, превръщайки STEM обучението в преживяване, което изгражда увереност, вдъхновение и готовност за иновации.

### **Ролята на университетската STEM лаборатория в изграждането на образователна общност**

Университетската STEM лаборатория функционира като динамична образователна екосистема, в която взаимодействат студенти, преподаватели, училищни партньори и технологични ресурси. Тя представлява пространство за създаване, обмен и интеграция на знание, в което теорията и практиката се обединяват чрез реални педагогически дейности, базирани на опит и сътрудничество.

В контекста на съвременното висше образование лабораторията изпълнява ключова роля в развитието на професионални компетентности и изследователски нагласи. Тя осигурява среда, в която студентите могат да експериментират, да проектират учебни сценарии и да прилагат технологии в образователни ситуации. Това подпомага формирането на иновативно мислене и педагогическа креативност, насочени към създаване на автентични модели на обучение.

Лабораторията действа като посредник между академичното знание и училищната практика, създавайки възможности за трансфер на идеи, опит и решения. В нея се осъществява взаимно учене между бъдещи и действащи учители, което укрепва връзката между университетската подготовка и реалната образователна среда. Преподавателите, участващи в дейностите, изпълняват ролята на фасилитатори и ментори, които насърчават самостоятелността, инициативността и отговорността на студентите.

Съгласно концепцията на Саша Бараб и Уилям Рот (Roth 2006) за учебните екосистеми като отворени, взаимозависими и самоорганизиращи се среди, университетската STEM лаборатория може да се разглежда като жива система на знание, в която взаимодействието между хора, технологии и социален контекст поражда нови идеи и педагогически иновации. Този модел утвърждава разбирането, че знанието не е статичен резултат, а динамичен процес на съвместно създаване и смислообразуване.

Освен своето обучително измерение, лабораторията има и обществена функция – тя обединява участници с различен опит, интереси и професионал-

ни цели около споделена ценност: развитието на иновативна, сътрудническа и хуманно ориентирана педагогика. В рамките на тази общност се изграждат устойчиви партньорства между университет, училище и местна общност, които подпомагат развитието на култура на учене през целия живот.

В резултат на това университетската STEM лаборатория се утвърждава като център за иновации и педагогически трансфер, където технологиите се използват като средство за творчество, критическо мислене и социална ангажираност. Тя допринася за изграждането на поколение образователни лидери, способни да интегрират науката, изкуството и технологиите в служба на устойчивото развитие и човешкия напредък.

### **УНИВЕРСИТЕТСКАТА STEM ЛАБОРАТОРИЯ КАТО ОТВОРЕНА УЧЕБНА ЕКОСИСТЕМА**

Анализът на получените резултати показва, че STEM лабораторията на Бургаския свободен университет функционира като **модел на отворена учебна екосистема**, в която в динамично взаимодействие се обединяват студенти, преподаватели, технологии и училищни партньори. Тя не се свежда единствено до физическо пространство или материална инфраструктура, а се утвърждава като **педагогическа и методологична рамка за иновативно университетско обучение**, насочено към създаване на нови практики, знание и опит.

В тази екосистема се реализира активен обмен между академичната теория и образователната практика. Лабораторията функционира като живо пространство за експериментиране, сътрудничество и съвместно конструиране на знание, където студентите разработват собствени STEM уроци и ги прилагат в реална училищна среда. По този начин се осъществява двупосочен трансфер на знания и компетентности между университета и училището, при който университетът се превръща в катализатор на педагогическа иновация, а училището – в реален контекст за валидиране на нови подходи и технологии.

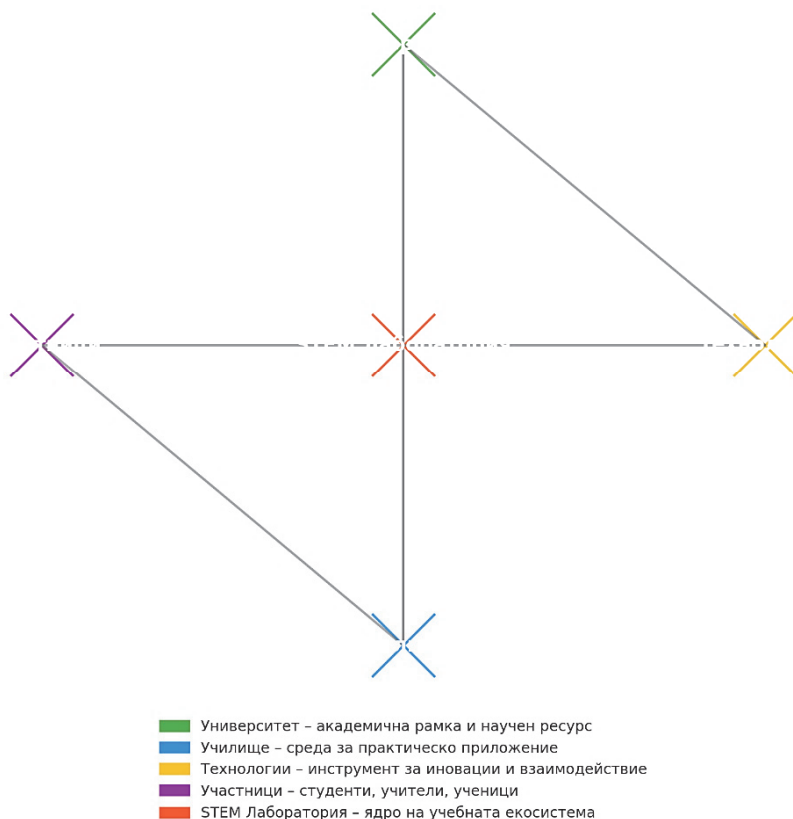
Участието на учители от партньорските училища в лабораторните дейности допринася за изграждането на устойчива общност от практика, в която обменът на опит, идеи и обратна връзка стимулира процеса на съвместно учене и рефлексия. Тази форма на взаимодействие съответства на концепцията на Саша Бараб и Уилям Рот (Roth 2006).

Университетската STEM лаборатория се утвърждава като иновационна платформа за интеграция на технологии, педагогика и творчество, в която се моделират принципите на устойчивото образование. Тя насърчава студенти и преподаватели да експериментират, да създават и да рефлектират върху собствения си опит, като по този начин се изгражда култура на споделено знание, иновация и колаборация.

Като отворена екосистема лабораторията въплъщава основните измерения на Образование 5.0, насочено към хуманизация на технологиите, социална ангажираност и развитие на творчески потенциал. Чрез интеграцията на роботика, игрови методи и проектно базирано учене студентите и учениците

развиват **ключови компетентности на бъдещето** – критическо мислене, решаване на проблеми, дигитална култура и сътрудничество. В този контекст университетът подготвя бъдещи специалисти и се утвърждава като **център за трансфер на знания, педагогически иновации и социална отговорност**, който активно допринася за модернизацията на образователната система и за изграждането на общество, основано на знание и творчество.

### Модел на университетската STEM лаборатория като учебна екосистема



Фигура №7. Модел на университетската STEM лаборатория като учебна екосистема

Представеният модел визуализира университетската STEM лаборатория като динамична учебна екосистема, в която различни компоненти – университет, училище, технологии и участници, взаимодействат в рамките на общо образователно и социално пространство. В центъра на модела се намира STEM лабораторията, която изпълнява ролята на свързващо ядро и медиатор на процесите на учене, сътрудничество и иновации.

В горната част е позициониран университетът, който осигурява академична и методологична рамка, подпомага изследователската дейност и гарантира качеството на обучението. В основата стои училището като пространство за автентично прилагане и валидация на разработените педагогически модели. Между тези два полюса се осъществява постоянен двупосочен обмен на знания, идеи и ресурси – университетът предоставя научна и технологична експертиза, а училището допринася с реален контекст и емпирична обратна връзка.

От дясната страна на модела са разположени технологиите, които функционират като инструмент и медиатор на взаимодействията. Те осигуряват достъп до дигитални ресурси, роботизирани платформи и иновативни методи на работа, които стимулират креативността и изследователската активност. Технологичният компонент не е само техническо средство, а педагогически катализатор, който трансформира начина на мислене и учене.

От лявата страна се намират участниците – студенти, ученици и учители, които изграждат жива общност на учене. Тяхната роля е ключова, тъй като чрез съвместна дейност, обмен на идеи и споделен опит се формира екологична структура на знанието, основана на сътрудничество, взаимна подкрепа и съзидателност.

Централната позиция на STEM лабораторията отразява нейната функция на система за координация и интеграция – тя обединява теоретичното познание, технологичните инструменти и педагогическата практика в общ процес на създаване на иновации. В този контекст лабораторията се разглежда като организъм на учене, който непрекъснато се адаптира, обновява и развива.

Взаимовръзките, представени в модела на университетската STEM лаборатория, отразяват **циркулацията на знание, опит и иновация** между различните субекти и среди на обучение. Тази динамика е нелинейна и самоорганизираща се – тя не следва еднопосочна логика на предаване, а се развива като мрежа от взаимни зависимости, която осигурява устойчивост и адаптивност на цялата екосистема.

**Потокът на знание** протича едновременно хоризонтално и вертикално. От университета изхождат методологични и изследователски принципи, които се прилагат в лабораторната и училищната практика, докато обратният поток носи емпирични данни и педагогически наблюдения, които обогатяват университетското обучение и научните изследвания. Така се формира рефлексивна обратна връзка, при която теорията и практиката се развиват съвместно, а знанието се валидира чрез реално приложение.

**Технологиите** изпълняват ролята на **катализатор на взаимодействията**. Те свързват участниците чрез общи дигитални платформи, визуални среди за програмиране и роботизирани инструменти, създавайки условия за **учене чрез действие**. Технологичният поток е едновременно медиаторен и трансформиращ – той стимулира нови форми на комуникация, визуално мислене и съвместно решаване на проблеми.

**Участниците** – студенти, учители и ученици, са централният двигател на екосистемата. Техните взаимодействия се основават на споделено учене, колаборация и рефлексия, което води до изграждане на колективна компетентност и обща култура на иновация. Всеки участник допринася със собствен опит и гледна точка, което превръща лабораторията в живо пространство за съвместно конструиране на знание.

STEM лабораторията, като ядро на системата, осигурява структура, но не и йерархия – тя координира процесите, но оставя място за автономност, гъвкавост и творчество. В нея се преплитат трите измерения на учебната екосистема:

1. **Когнитивно** – чрез усвояване и прилагане на знания;
2. **Технологично** – чрез използване на дигитални и инженерни инструменти;
3. **Социално** – чрез сътрудничество, комуникация и споделяне на опит.

Тази триединна структура формира **самоподдържаща се мрежа от учене**, в която иновациите се генерират отвътре, чрез колективна активност и обмен на идеи. В резултат на това университетската STEM лаборатория функционира не просто като учебна среда, а като екосистема на знание и креативност, която стимулира растеж, адаптация и професионално развитие.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕПОРЪКИ

Предложеният методологичен модел потвърждава, че една добре структурирана университетска учебна екосистема, изградена върху интеграцията на технологии, педагогически иновации и интердисциплинарно сътрудничество, притежава висок потенциал за трансформация на академичната среда. Тя осигурява условия, в които студентите не просто усвояват знания, а участват активно в тяхното създаване, прилагане и споделяне. В този процес обучаемите се превръщат в изследователи, дизайнери и иноватори, а университетът – в жива лаборатория за педагогическо и технологично развитие.

Този тип учебна организация насърчава експериментирането, колаборативното учене и критическата рефлексия, като същевременно изгражда ключови компетентности на 21. век – аналитично мислене, креативност, технологична грамотност и адаптивност. В съзвучие с визията за Образование 5.0, моделът подчертава ролята на университета като иновационен и социално ангажиран център, в който се срещат човешкият интелект, технологичният напредък и педагогическата креативност.

Резултатите от изследването показват, че интегрирането на STEM подхода в университетската практика укрепва връзките между академичната подготовка и училищното образование, между научното познание и социалните му приложения. Така се създава устойчива основа за формиране на STEM култура, която обединява изследователския дух, дигиталната компетентност и педагогическата иновация – не само в рамките на университетската институция, но и в по-широкия обществен контекст на учене през целия живот.

## **Препоръки**

1. Разширяване на университетските STEM лаборатории. Необходимо е изграждането на мрежа от университетски STEM центрове, които да функционират като споделени пространства за експериментиране, обмен на опит и съвместни изследователски инициативи между различни факултети и професионални направления.
2. Интегриране на STEM модули в педагогическите специалности. Препоръчва се системно въвеждане на курсове по роботика, програмиране и дизайн на STEM уроци в програмите за подготовка на бъдещи учители. Това ще допринесе за формиране на практически компетентности, дигитална увереност и иновативна педагогическа култура.
3. Подкрепа за интердисциплинарно сътрудничество. Университетите следва да насърчават партньорства между педагогически, инженерни, природонаучни и хуманитарни направления, за да се развива холистичен подход към образованието, при който науката и технологиите са в услуга на човека, културата и обществото.
4. Мултиплициране на модела в училищна среда. STEM сценариите, разработени от студентите, следва да бъдат апробирани и адаптирани за различни възрастови групи в училище чрез съвместни университетско-училищни програми. Този подход ще осигури трансфер на иновативни практики и ще насърчи професионалното развитие на учителите чрез споделено учене и обмен на добри практики.
5. Развитие на дигитална педагогическа култура. Следва да се инвестира в повишаване на квалификацията на преподаватели и учители, които да използват технологиите като средство за активно, смислено и творческо учене, а не просто като инструмент за предаване на информация. Това ще утвърди култура на иновация, рефлексия и учене през целия живот.

В заключение, разработеният модел на университетска STEM екосистема демонстрира, че съчетаването на наука, технология и педагогическа иновация създава устойчива рамка за образование, в което знанието се превръща в средство за творчество, социална ангажираност и изграждане на общество, основано на сътрудничество и споделени ценности.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- АЛЕКСИЕВА, М., 2024.** Университетът в дигиталната ера: трансформации, модели и педагогически практики. Бургас
- АЛЕКСИЕВА, М., 2024-1** Мултидисциплинарни иновации за социални промени: STEM ученето като катализатор за трансформация в образованието, *Международна научна конференция „Мултидисциплинарни иновации за социални промени: образователни трансформации и предприемачество”, 392–403, ISBN: 978-619-253-038-9*

- АЛЕКСИЕВА, М., 2023.** Концепцията за STEM обучение – възможност за формиране и развитие на умения и компетенции и осигуряване на интердисциплинарност в обучението в началното училище, *Съвременна хуманитаристика*, бр.1, ISBN:1313-9924
- ВИТАНОВА, Н., 2019.** Gamification – one of the future education technologies. *SocioBrains*. 63.30 – 48.
- ДИМИТРОВА, Зл., 2023.** *Дигитална трансформация – компетентност и креативност в детската градина и в училище*, ЕКС ПРЕС – Габрово, ISBN 978-954-490-767-9.
- ALIMISIS, K., 2013.** Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63–71.
- DIMITROVA, Zl., 2024.** DIGITAL (NON)REALITY: PEDAGOGICAL APPROACHES TO INVOLVING „ALPHA” CHILDREN IN THE DIGITAL WORLD. *Pedagogika*, 96(1), <https://doi.org/10.53656/ped2024-1s.01>
- DWECK, C. S., 2016.** *Mindset: The New Psychology of Success* (Updated edition). New York: Ballantine Books.
- GEE, J. P., 2005.** Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning and Digital Media*, 2(1), 5–16. <https://doi.org/10.2304/elea.2005.2.1.5>
- HRYNEVYCH, L., MORZE, N., VEMBER, V., BOIKO, M., 2021.** Use of digital tools as a component of STEM education ecosystem *Educational Technology Quarterly* (1). pp. 1-22. ISSN 2831-5332 URI: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/41618>
- HU W, GUO X, 2021.** Toward the Development of Key Competencies: A Conceptual Framework for the STEM Curriculum Design and a Case Study. *Front. Educ.*, Volume 6:684265. doi: 10.3389/educ.2021.684265. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.684265>
- KELLEY, T.R., KNOWLES, J.G., 2016.** A conceptual framework for integrated STEM education. *IJ STEM Ed* 3, 11 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- MERDAN, G., KOPPENSTEINER, G., LEPUSCHITZ, W., BALOGH, R., 2020.** Robotics education with LEGO Mindstorms in Austrian schools. *Procedia Computer Science*, 176, 1168–1177. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.134>
- PAPERT, S., 1991.** Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1–11). Cambridge, MA: MIT Press.
- SADIK M. A., CUCUK B., ROSIHAN A., 2023.** The Influence of Educational Robotics in STEM Integrated Learning and the Development of Computational Thinking Abilities *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*. DOI: 10.23887/janapati.v13i3.81608
- TRILLING, B., FADEL, C., 2009.** *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

### **Информация за авторите**

**Име с научна степен и длъжност на автора:** проф. д.н. Мария Алексиева

**Персонален изследователски номер:** (ORCID: 0000-0003-1469-3891 / Google Scholar: M6ExwYcAAAAJ)

**Образователна институция:** Бургаски свободен университет

**Контакти:** malex@bfu.bg

**Име с научна степен и длъжност на автора:** доц. д-р Златина Димитрова

**Персонален изследователски номер:** (WoS: JCO-7642-2023 / ORCID: 0000-0002-6998-8745)

**Образователна институция:** Бургаски свободен университет

**Контакти:** zl.dimitrova@bfu.bg

**Име с научна степен и длъжност на автора:** доц. д-р Димитър Минчев

**Персонален изследователски номер:** (ORCID: 0009-0003-7589-0597 / Scopus: 55024403500)

**Образователна институция:** Бургаски свободен университет

**Контакти:** mitko@bfu.bg