



## МОДЕЛ ЗА STEM ОБРАЗОВАНИЕ ЧРЕЗ РОБОТИКА И ИГРОВИ ПОДХОДИ В УНИВЕРСИТЕТСКА УЧЕБНА ЕКОСИСТЕМА

Проф. д.н. Мария Алексиева

Доц. д-р Златина Димитрова

Доц. д-р Димитър Минчев

Бургаски свободен университет

## A MODEL FOR STEM EDUCATION THROUGH ROBOTICS AND GAME-BASED APPROACHES IN A UNIVERSITY LEARNING ECOSYSTEM

Prof. Maria Aleksieva D. Sc.

Assoc. Prof. Dr. Zlatina Dimitrova, PhD

Assoc. Prof. Dimitar Minche, PhD

Burgas Free University, Bulgaria

**Abstract:** *The report presents a model for STEM education developed and piloted at Burgas Free University, which combines experimental pedagogical practices, educational robotics, and game-based approaches within a modern university learning ecosystem. The model is the result of interdisciplinary collaboration between the Center for Humanities (CH) and the Center for Informatics and Technical Sciences (CITS), integrating LEGO Education platforms (SPIKE Prime, WeDo 2.0) into both curricular and extracurricular activities. Through a series of STEM workshops and practical projects, students—future educators and engineers—acquire and apply the principles of project-based and problem-based learning by working in teams, solving real-world cases, and building prototypes of intelligent systems. A key focus is placed on developing functional models using LEGO Education learning kits that merge knowledge in programming, design, electronics, and social impact. The game-based component has high motivational value and enhances both cognitive and emotional engagement. The model directly addresses the need to develop essential 21st-century competencies—critical thinking, creativity, teamwork, digital and algorithmic literacy, communication, and an innovation-oriented mindset. Moreover, it aligns with the strategic guidelines of Bulgaria’s Ministry of Education and Science, which envisions equipping all schools with STEM labs by 2026. The STEM lab at Burgas Free University functions not only as an academic setting but also as an open innovation hub, offering training to teachers, students, and external stakeholders. The presented model demonstrates the transformative potential of integrated STEM education in a university context by building a sustainable learning ecosystem capable of addressing the challenges of Economy and Education 5.0. It serves as a platform for knowledge transfer, pedagogical innovation, and the development of a regional educational culture driven by innovation and social impact.*

**Keywords:** *STEM education, LEGO robotics, game-based approach, interdisciplinary model, project-based learning, 21st-century skills, educational innovation, university ecosystem*

## Въведение

Съвременният свят е в процес на фундаментална трансформация, при която се пренареждат не само технологичните парадигми, но и социално-икономическите, образователните и културните модели. В отговор на тези промени възниква нова концепция – *Общество и Икономика 5.0*, която се отличава с хуманизиране на технологичния прогрес и поставяне на човека в центъра на дигиталната трансформация. Тази концепция, популяризирана първоначално в Япония, надгражда Индустрия 4.0, като от утилитарната автоматизация преминава към интелигентно съжителство между технологии и хора. В такъв свят успехът се определя не просто от техническата експертиза, а от способността да се прилагат знания в реален контекст, да се генерират иновативни решения и да се отговаря на комплексни обществени предизвикателства.

В този контекст образованието – и особено висшето образование – трябва да бъде не просто преподавател на знания, а активен агент на промяна. То следва да създава условия за развитие на т.нар. **компетентности на 21. век**, които включват: критично мислене, умения за решаване на проблеми, креативност, дигитална и медийна грамотност, колаборативност, комуникационни умения, инициативност и културна осъзнатост. Именно тук STEM образованието (Science, Technology, Engineering, Mathematics) разгръща своята роля като трансформативен и интердисциплинарен подход, съчетаващ научно-техническо знание с практически опит, креативно мислене и иновационна култура.

Утвърждаването на STEM образованието като водеща парадигма не е просто педагогическа мода, а отговор на конкретни глобални и локални нужди. От една страна, световните икономики изпитват недостиг на висококвалифицирани кадри в технологично ориентирани сектори. От друга страна, образователните системи се сблъскват с предизвикателството да подготвят младите хора за бъдеще, чиито професии още не съществуват, а технологиите, които ще го определят, тепърва се развиват. В този смисъл, изграждането на **иновативни образователни хъбове и STEM лаборатории** в университетите представлява не просто инфраструктурна инвестиция, а стратегически ход за осъвременяване на учебния процес и привеждането му в съответствие с реалностите на дигиталното общество.

Проектът „**Иновационен образователен хъб: STEM лаборатория и работилници за бъдещето в БСУ**“ представлява еманация на тези процеси и тенденции. Той има за цел не само да осигури материална база, но и да предложи цялостен **модел за интердисциплинарно обучение**, при който студенти от различни академични направления (хуманитарни и технически науки) работят съвместно по реални казуси, използвайки роботика, блоково програмиране, игрови подходи и методи на проектно-базирано учене. Особено внимание се обръща на разработването и апробирането на практико-ориентирани уроци, включващи комплекти LEGO® Education SPIKE™ Prime, които се прилагат както в университетска, така и в училищна среда.

Този тип подход не само мотивира обучаемите, но и изгражда т.нар. „учене чрез правене“ (*learning by doing*), което повишава тяхната ангажираност, адаптивност и професионална подготовка. Чрез интегриране на STEM лаборатории в университетската екосистема, институции като Бургаския свободен университет се превръщат в **активни генератори на знание и иновации**, утвърждавайки се като стратегически партньори в образованието, икономиката и регионалното развитие.



### Теоретична рамка и контекст на изследването

В съвременния контекст на Образование 5.0 университетите са изправени пред необходимостта да отговорят на трансформациите в дигиталната епоха, като преминат отвъд традиционните образователни модели. Както посочва проф. д-р М. Алексиева, в условията на ускорена технологизация и глобални социални трансформации, университетът на бъдещето се формира като „динамична, отворена учебна екосистема“, която интегрира дигитални технологии, гъвкави учебни формати и нови образователни стандарти (Алексиева, 2024).

Създаването на такъв тип учебна екосистема е немислимо без прилагането на иновативни педагогически методи и проекти, базирани на принципите на експерименталното, проектно-базираното и проблемно-базираното обучение. Проф. Алексиева обосновава, че дигиталната трансформация не е просто технологичен процес, а стратегическа необходимост, която „реорганизира ролята на преподавателя от предаващ знание към ментор, модератор и създател на обучителна среда, стимулираща креативност, критическо мислене и сътрудничество“.

Оттук следва, че интеграцията на STEM лаборатории и творчески работилници в университетска среда е съвсем логична стъпка към изпълнение на тази нова визия. Работата с LEGO Education комплекти, особено чрез игрови и роботизирани подходи, отговаря напълно на необходимостта от развиване на ключови компетенции на 21. век, посочени и в монографията на Алексиева: комуникация, колаборация, креативност и критическо мислене.

Следователно, представеният в публикацията модел за STEM образование чрез роботика и игрови подходи се вписва в стратегическата рамка на дигитално трансформиран университет, ориентиран към адаптивност, иновации и устойчиво развитие. Той съчетава технологични инструменти с хуманистични цели и по този начин служи като платформа за изграждане на приобщаваща, интерактивна и компетентно-ориентирана учебна среда.

Концепцията за учебна екосистема се разглежда като съвкупност от взаимосвързани образователни, технологични, социални и културни елементи, които заедно формират устойчива, динамична и адаптивна среда за учене. По аналогия с природните екосистеми, тази структура се базира на взаимодействия между субектите на ученето (преподаватели, обучаеми), дидактическите практики, цифровата инфраструктура и институционалната среда. Американските изследователи **Саша Бараб** и **Уилям Рот**, утвърдени специалисти в областта на ученето чрез участие и теорията на дейността, подчертават необходимостта от екологичен подход в образованието, при който знанието се формира в контекста на общностни и практически дейности (Barab & Roth, 2006).

Висшето образование, като ключов двигател на социална и технологична трансформация, трябва да поддържа учебни екосистеми, които насърчават интердисциплинарност, сътрудничество и иновационна активност. Това е особено валидно в рамките на *Икономика 5.0* – концепция, застъпена от японския икономист и футуролог **Хироши Фукуяма**, която изисква образованието да бъде не просто източник на технически кадри, а генератор на човекоцентрични, социално отговорни и високотехнологични решения.

В тази рамка творческите работилници се утвърждават като ефективен педагогически инструмент. Те представляват отворени, практически ориентирани образователни формати, в които участниците създават прототипи, решават проблеми и експериментират в контролирана, но реалистична среда. Американският психолог **Дейвид Колб**, автор на теорията за експерименталното учене (*Experiential Learning*, 1984), де-

финарира ученето като цикличен процес, в който опитът води до наблюдение, осмисляне и активно прилагане на знанието. Това е в пълно съответствие с подхода, използван в STEM работилниците.

Принципите на конструктивизма и конструкционизма, формулирани от **Жан Пиаже** и доразвити от **Сеймур Пейпърт**, също стоят в основата на творческите работилници. Пейпърт, създател на езика за програмиране Logo и пионер в областта на обучението чрез технологии, застъпва идеята, че ученето е най-ефективно, когато обучаемите създават „значими обекти“ в реалния свят.

Роботиката се разглежда като междудисциплинарно поле, обединяващо инженерство, програмиране, физика и математика. Гръцкият изследовател **Костас Алимисис**, известен с приноса си към педагогическата роботика в Европа, подчертава, че обучението чрез LEGO работи развива когнитивни и социални умения, насърчава алгоритмичното мислене и създава мост между теория и практика. Също така, **Гернот Мердан** и др. (2020) подчертават, че използването на LEGO Education SPIKE™ Prime подпомага развитието на пространствено мислене и визуално програмиране, което е ключово за дигиталната грамотност на 21. век.

Интегрирането на STEM лаборатории в университетски контекст съответства на принципите на *проектно-базираното обучение* (Project-Based Learning, PBL), *проблемно-базираното обучение* (Problem-Based Learning) и *експерименталното учене*. Тези подходи позволяват на обучаемите да придобиват знания и да ги прилагат в конкретни ситуации, развивайки способност за вземане на решения и критично мислене.

Американските изследователи **Бърни Трилинг** и **Чарлс Фейдъл** изтъкват, че развитието на ключовите компетентности на 21. век – като сътрудничество, комуникация, креативност и критическо мислене – изисква учебни модели, които надхвърлят традиционната педагогика.

Игровите подходи, приложени в контекста на STEM, се опират на концепцията за геймификация, популяризирана от **Джеймс Гий**, изследовател в областта на дигиталното учене. Според него, добре проектираните игри са ефективни образователни среди, тъй като ангажират обучаемите чрез предизвикателства, обратна връзка и възможност за адаптивно учене.

### Методология

В условията на ускорена дигитализация и социално-икономически трансформации, образованието в XXI век е изправено пред необходимостта да отговори на нови предизвикателства чрез иновативни педагогически решения. STEM образованието (наука, технологии, инженерство и математика) се утвърждава като стратегически подход, насочен към интегриране на теоретични знания и практически умения, базирани на междудисциплинарност, експерименталност и реална приложимост. Методологичната рамка на настоящото изследване се основава върху съвременната концепция за учебна екосистема, разбирана като отворена и адаптивна среда, в която взаимодействат обучаеми, преподаватели, технологии и иновационни ресурси в подкрепа на устойчиво учене (Barab & Roth, 2006).

STEM учебната екосистема в Бургаския свободен университет (БСУ) е изградена като динамична структура, в която се провеждат работилници, хакатони, обучения и научно-творчески проекти. Основна цел е да се създаде среда, в която студенти от хуманитарни и технически специалности работят съвместно по реални проблеми чрез използване на образователна роботика и игрови методи. LEGO Education комплекти

(SPIKE Prime, WeDo 2.0) се използват като инструмент за реализиране на проектно-базирано и проблемно-базирано обучение. Те осигуряват достъпна платформа за програмиране, инженерен дизайн и развиване на умения като логическо мислене, алгоритмична грамотност и сътрудничество.



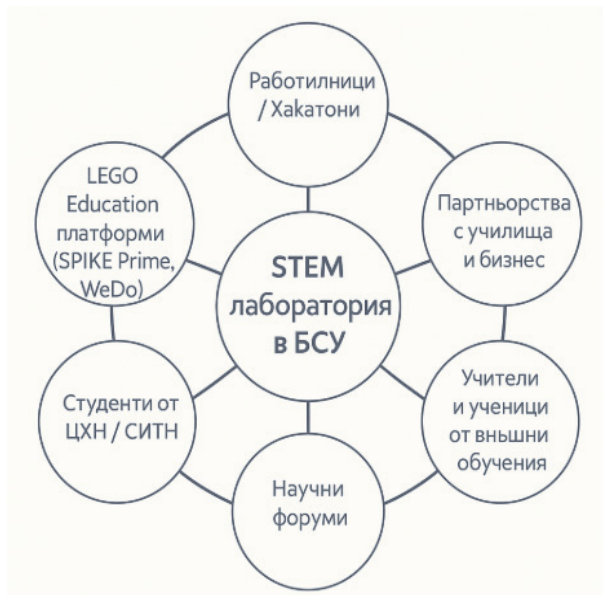
**Фигура 1. Инфографика на STEM учебна екосистема в Бургаския свободен университет**

Творческите работилници, като форма на педагогическа практика, обединяват различни дидактически стратегии и се основават на принципите на конструктивизма (Piaget) и конструкционизма (Papert). Участниците се включват активно в процеса чрез създаване на прототипи, симулации и ролеви сценарии, като в същото време прилагат знания от различни учебни области. Игровите подходи в обучението засилват вътрешната мотивация, насърчават участието и повишават степента на ангажираност, особено при начално и средно училищно образование (Gee, 2005).

Творческите работилници се обявяват предварително чрез официалния уебсайт на университета и се провеждат по предварително разработени учебни програми. За всяка от работилниците се създават специализирани обучителни материали, презентации и работни листове, съобразени с възрастовите и когнитивни характеристики на обучаемите. Конструирането и създаването на конкретен модел се съпътства от под-

робни инструкции и непрекъснатата супервизия от страна на преподавателите. В допълнение към практическата дейност, студентите имат за задача да съставят ясни и структурирани инструкции (стъпка по стъпка), предназначени за ученици, които впоследствие ще използват същите платформи и задачи. Паралелно с това, те разработват сценарий за STEM урок, структуриран по предварително зададена рамка за STEM, която включва целеполагане, интердисциплинарни връзки, практически задачи и индикатори за постигане на резултати.

Изпълнението на проекта следва методика, която включва създаване на STEM лаборатория, провеждане на интердисциплинарни обучения, подготовка на учебни ресурси и участие в научни форуми. Студентите развиват практически компетентности



**Фигура 2. Модел на учебна екосистема в БСУ**

#### **Анализ и обсъждане на резултатите**

Реализацията на двете STEM работилници в рамките на проекта демонстрира убедително ефективността на модела за интегрирано обучение чрез роботика и игрови подходи в университетска среда. В дейностите участваха общо 23 студенти, разделени в екипи по двама, което позволи осъществяване на пълноценно сътрудничество, обмен на идеи и диалог между обучаемите. Създадени бяха общо 10 проекта с използване на LEGO Education комплекти, всеки от които представляше конкретен технологичен или образователен проблем, решен чрез креативен инженерно-програмен подход.

Особено показателен е фактът, че студентите описаха и документираха работата си в рамките на работилниците, след което представиха своите проекти на форума „Студентско научно творчество“ с международно участие през месец април. Участието им в научен форум подчертава научно-изследователската стойност на проекта и възпитава академични и презентационни умения. Отличието на един от екипите за проекта им „Робот колхозчак“ е индикатор за иновативност, функционалност и оригиналност на разработката.

чрез работа в екип, решаване на проблеми и прилагане на иновативни технологии. Учителите и учениците се включват чрез външни обучения и сертификационни курсове, а преподавателският екип усъвършенства експертизата си в областта на дигитално подпомогнатото учене.

Методологичният модел демонстрира как една добре организирана учебна екосистема, подкрепена от технологични средства, педагогически иновации и интердисциплинарно сътрудничество, може да трансформира образователната практика и да създаде устойчива основа за развитие на STEM култура в университетски и училищен контекст.



Анализът на обратната връзка от участниците (чрез анкетни карти и рефлексивни бележки) показва висока степен на удовлетвореност. 91% от анкетиранияте посочват, че обучението е надминало очакванията им; 87% отбелязват, че са развили нови умения в областта на програмирането и визуалното моделиране; 93% определят практическите задачи като „изключително полезни и приложими в училищна среда“. Над 80% от студентите споделят, че се чувстват по-уверени в използването на STEM подходи в бъдещата си преподавателска практика.

Студентите акцентират върху възможността за практическо приложение на знанията, както и за адаптиране на усвоените модели към реални учебни ситуации в училищната практика. Отзивите потвърждават, че участието в работилниците е повишило увереността им да използват технологии в педагогическите взаимодействия и да аргументират пред училищното ръководство необходимостта от внедряване на LEGO Education в начален и прогимназиален етап.

Обобщено, резултатите от работилниците потвърждават валидността на разработения модел и демонстрират неговата приложимост както в университетската подготовка, така и в училищното образование. Акцентът върху интердисциплинарност, екипност и практическа ангажираност създава устойчива основа за развитие на компетентностен подход към обучението, което е в съответствие с визията за образование и икономика 5.0. Моделът притежава потенциал за мултиплициране и прилагане в широк контекст – от академична подготовка до квалификация на учители и трансфер на добри практики към училищната мрежа.

### Дискусия

Резултатите от проведените STEM работилници в БСУ предоставят стабилна емпирична основа за формулиране на редица изводи относно ефективността на модела за интегрирано STEM образование чрез роботика и игрови подходи. Установената висока удовлетвореност сред студентите, активното им включване в практически дейности и способността им да създадат и аргументират педагогически сценарии показват не само практическата, но и концептуалната валидност на модела.

Дискусията на резултатите следва да се ситуира в контекста на съвременните образователни теории. Според Piaget (1967) и Papert (1991), ученето се случва най-ефективно, когато обучаемите активно конструират знание чрез ангажиращо взаимодействие с обекти и идеи. Този принцип е централно валиден за STEM модела в БСУ, където студентите не само усвояват, но и прилагат знанията си чрез конструиране, програмиране и преподаване. Конструкционизмът, както и концепцията за учебна екосистема (Varab & Roth, 2006), ясно намират реално приложение в настоящата интервенция.

Моделът също така предлага решение на дългогодишния проблем с липсата на практическа приложимост на педагогическото обучение. Обучаемите в случая не са пасивни слушатели, а активни дизайнери на образователни преживявания. Създаването на инструкции за ученици и STEM сценарии по зададена рамка доказва формиране на умения за методическо мислене, дигитално-медийна грамотност и интердисциплинарна интеграция.

Относно игровите елементи, следва да се отбележи тяхната роля като катализатор на мотивацията. Както отбелязва Gee (2005), добре проектираните игрови среди съчетават когнитивни и емоционални предизвикателства, като водят до по-дълбоко учене. LEGO роботиката, съчетана със сценарийно преподаване, демонстрира висока степен на геймификация с реално педагогическо въздействие.

Важно е да се отбележат и някои ограничения: малък брой участници, кратка продължителност на работилниците и необходимост от надграждане с по-задълбочена методическа подготовка на учителите. В бъдещи реализации могат да бъдат включени повече участници от реалната училищна среда, както и сравнителен анализ с други методи за STEM обучение.

Моделът има ясно очертан трансформативен потенциал, способен да обнови начина, по който се подготвят бъдещи учители и STEM специалисти. Той демонстрира как практическата педагогика, технологиите и иновациите могат да се слезат в устойчива образователна екосистема, ориентирана към бъдещето и съвместима с визията за образование 5.0.

### **Изводи и заключение**

Представеният модел за STEM образование чрез роботика и игрови подходи в университетска учебна екосистема отговаря на ключовите предизвикателства на съвременното образование, свързани с интегрирането на технологии, развитие на 21-вековни умения и междудисциплинарно сътрудничество.

На основата на емпирични данни, практически наблюдения и теоретични обобщения могат да се направят следните аналитични изводи:

1. **Интеграцията на LEGO Education платформи** в университетската подготовка демонстрира висока ефективност при развиване на когнитивни, социални и технически умения у студентите, особено чрез съчетание с проектно-базирано и проблемно-базирано обучение.

2. **Работата в интердисциплинарни екипи** (студенти от ЦХН и ЦИТН) създава условия за обмяна на перспективи, стимулира критичното мислене и насърчава иновативния подход при решаване на реални проблеми.

3. **Игровите подходи и образователната роботика** повишават мотивацията и ангажираността на обучаемите, като същевременно развиват алгоритмично и системно мислене – умения, пряко приложими в педагогическата практика.

4. **Учебната екосистема в БСУ** съчетава инфраструктурна, методическа и организационна подкрепа, като създава среда за трансфер на добри практики между университет и училище, както и между академична и професионална реалност.

5. **Участието в научни форуми** (като конференцията „Студентско научно творчество“) утвърждава значимостта на обучението чрез правене и допринася за формирането на научна култура у студентите.

В заключение, моделът за STEM образование чрез роботика и игрови подходи, реализиран в рамките на университетската учебна екосистема на Бургаския свободен университет доказва своята приложимост в контекста на висшето образование и очертава нова парадигма на преподаване и учене, съобразена с актуалните трансформации в дигиталната, социалната и икономическата сфера.

Обобщено моделът представлява научно и педагогически обоснован отговор на необходимостта от интегриране на иновации в образованието, насочени към развиване на 21-вековни умения у обучаемите – критично мислене, креативност, дигитална грамотност, комуникация и сътрудничество. Чрез активното използване на LEGO Education платформи и методите на проектно-базирано обучение, студентите придобиват технически умения и развиват способност да прилагат знанията си в контекста на реални проблеми, което е фундаментален принцип на компетентностния подход в образованието.



Моделът се вписва в стратегическата рамка на Образование и Икономика 5.0, където технологиите са поставени в услуга на човека, а образованието се разглежда като ключов механизъм за социална иновация и устойчиво развитие.

Университетската STEM лаборатория функционира като „жива лаборатория“, в която се симулират, тестват и адаптират различни педагогически сценарии с висока практическа стойност. Това прави възможно трансферирането на успешни практики от академична към училищна среда, като същевременно се изгражда мост между теорията и практиката.

Силата на модела е в неговата гъвкавост, отвореност и приложимост в различни образователни контексти. Той създава основа за изграждане на стратегически партньорства между академичната общност, училищата, бизнеса и неправителствения сектор. По този начин се създава мрежа от взаимно обогатяващи се образователни, социални и икономически практики, които имат потенциал да доведат до трансформации в педагогиката и в начина, по който обществото разбира и реализира образованието. Следователно, моделът има научно обоснован потенциал за мултиплициране, надграждане и интернационализация.

## Литература:

1. Алексиева, М. (2024). Университетът в дигиталната ера: трансформации, модели и педагогически практики. Бургас
2. Alimisis, K. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63–71.
3. Barab, S. A., & Roth, W.-M. (2006). Curriculum-based ecosystems: Supporting knowing from an ecological perspective. *Educational Researcher*, 35(5), 3–13. <https://doi.org/10.3102/0013189X035005003>
4. Fukuyama, H. (2018). *Society 5.0: A People-Centric Super-Smart Society*. Government of Japan, Cabinet Office. Retrieved from [https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html)
5. 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>
6. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
7. 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>
8. Papert, S. (1991). Situating constructionism. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1–11). Cambridge, MA: MIT Press.
9. Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.