

---

## THE TECHNOLOGY AND ENTREPRENEURSHIP EDUCATION AND INTERNATIONAL STANDARDS FOR TECHNOLOGY AND ENGINEERING LITERACY (STEL)

**Lyubima Zoneva**

South-West University "Neofit Rilski", Bulgaria, zoneva@swu.bg

**Abstract:** Educational innovation and digital transformation are among the priorities in the Bulgarian educational policy for the period 2021-2030. The modernization of the secondary education in technology and entrepreneurship is related to the change of applied pedagogical technologies and models of education, enrichment of the learning content and subject-information environment. The directionality of the subject to the key competence of initiative and entrepreneurship and the multidisciplinary nature of technological literacy determine the need to constantly updating of the requirements for learning outcomes. The change of modern visions of technological education broadens the parameters of technological literacy and reflects on the selection and structuring of teaching content in the subject "technology and entrepreneurship" and the methodological toolkit for its mastery.

The Standards for Technological and Engineering Literacy (STEL), created by the International Technology Engineering Educators Association (ITEEA), outlines a significant role for technology education in the context of integrative education and the STEM approach and expands the notion of contemporary technology culture. The revised vision of technological literacy is concretized in three organizational structures and encompasses 24 underlying determinants. Engineering is identified with using scientific principles and mathematical reasoning to optimize materials and technologies in order to satisfy needs, according to defined criteria and given constraints.

In terms of content, comparing the distinct subject areas of technology and entrepreneurship with the engineering contexts outlined in STEL identifies an overlap of a number of underlying constructs. The comparative analysis outlines directions for enriching the curriculum of secondary technology education with knowledge and skills from the fields of artificial intelligence and robotics, automation and biotechnology. It confirms the relevance of the leading learning approaches established in technology and entrepreneurship curricula, such as learning by doing, learning by inquiry and discovery, project-based learning, and the modular-integrative approach. The new framework for effective technology education requires that the focus of the educational process should be on the formation of systems thinking, creativity, critical thinking, ethics, communication and teamwork skills.

Authenticity and stimulating activities are recommended when planning the learning process. Learning objectives should be related to the formation of a body of knowledge, skills and abilities that provide an understanding of the interactions between technology and societal development and enable students to use, and evaluate, current and emerging technologies. Achieving the stated goals requires an adequate, digitally provided learning environment and the application of appropriately constructed pedagogical design options.

**Keywords:** technology literacy, engineering literacy, technology education, educational standards

## ОБУЧЕНИЕТО ПО ТЕХНОЛОГИИ И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО И МЕЖДУНАРОДНИТЕ СТАНДАРТИ ЗА ТЕХНОЛОГИЧНА И ИНЖЕНЕРНА ГРАМОТНОСТ (STEL)

**Любима Зонева**

Югозападен университет „Неофит Рилски“, България, zoneva@swu.bg

**Резюме:** Образователни иновации и дигитална трансформация са едни от приоритети в българската образователна политика за периода 2021-2030г.. Модернизацията на прогимназиалното обучение по технологии и предприемачество е свързана с промяна на прилаганите педагогически технологии и модели на обучение, обогатяване на учебното съдържание и предметно-информационната среда. Обвързаността на учебния предмет с ключовата компетентност инициативност и предприемчивост и мултидисциплинарния характер на технологичната грамотност детерминират необходимост от постоянно актуализиране на изискванията към резултатите от обучението. Промяната на съвременните визии за технологично обучение разширяват параметрите на технологичната грамотност и рефлектират върху подбора и структурирането на учебно съдържание по учебния предмет „технологии и предприемачество“ и методическия инструментариум за неговото овладяване.

Създадените от Международната асоциация на преподавателите по технологии инженерство (ITEEA) стандарти за технологична и инженерна грамотност STEL (Standards for Technological and Engineering Literacy) очертават значима роля на технологичното обучение в контекста на интегративното образование и STEM подхода и разширяват представата за съвременната технологична култура. Ревизираната визия за технологична грамотност е конкретизирана в три организационни структури и обхваща 24 базисни определящи. Инженерингът се идентифицира с използване на научни принципи и математически разсъждения за оптимизиране на материали и технологии с цел задоволяване на потребности, съобразно определени критерии и дадени ограничения.

В съдържателно отношение съпоставянето на обособените предметни области по технологии и предприемачество с посочените в STEL технологични и инженерни контексти установява припокриване на редица базисни конструкти. Сравнителния анализ очертава насоки за обогатяване кърикулъма на прогимназиалното технологично обучение със знания и умения от областите изкуствен интелект и роботика, автоматизация и биотехнологии. Потвърждава се значимостта на утвърдените в учебните програми по технологии и предприемачество водещи подходи за обучение, като учене чрез действие, учене чрез търсене и откриване, проектно-базирано обучение, модулно-интегративен подход. Новата рамка за ефективно технологично обучение налага акцент в образователния процес трябва да бъде формиране на системно мислене, креативност, критично мислене, етичност, умения за комуникация и екипна работа. При планиране на учебния процес се препоръчва постигане на автентичност и стимулиране на активности. Целите на обучението трябва да са свързани с формиране на комплекс от знания, умения и способности, които осигуряват разбиране на взаимодействията между технологиите и общественото развитие и позволяват на учениците да използват, и оценяват настоящи и нововъзникващи технологии. Постигането на поставените цели изисква адекватна, дигитално осигурена образователна среда и прилагане на подходящо конструирани варианти на педагогически дизайн.

**Ключови думи:** технологична грамотност, инженерна грамотност, технологично обучение, образователни стандарти

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

В динамично променящата се, съвременна социално икономическа реалност изучаването и функционалното използване на разнородни технологии, формирането на инициативност и предприемчивост и други ключови компетентности заемат особено място. Изучаването на технологии разглежда пътищата по които хората конструират, използват, произвеждат и определят техническите артефакти и системи в миналото и настоящето. (ITEEA). D. Dugger (2012) заявява, че силата и възможностите на технологиите могат да бъдат допълнително усиленни чрез изучаването им по начини които гарантират на всички подходяща технологична грамотност. Технологичното обучение е насочено към изграждане на знания и умения, които ще позволят на хората да участват интелигентно и смислено в заобикалящия ги високотехнологизиран свят. (International Technology and Engineering Educators Association, 2020). Цели се формиране на личности с широко концептуално разбиране за технологиите и тяхното място в обществото, притежаващи компетентности, които им позволяват да бъдат едновременно активни участници в технологичния свят и внимателни създатели и потребители на технологии.

Комплексът от умения, необходими за живот в XXI век непрекъснато се разширява и динамично се променя. В Стратегическата рамка за развитие на образованието, обучението и ученето в Република България (2021-2030) се посочва, че от изключителна важност е да променяме средата, изучаваните предметни области и методите на преподаване с темпове, съответстващи или изпреварващи динамиката на променящия се свят (Министерство на образованието и науката, 2020).

Българските държавни образователни стандарти определят изграждането на базова технологична компетентност на учениците за една от специфичните цели на обучението по общообразователния предмет технологии и предприемачество в прогимназиален етап (5-7 клас) (МОН, 2015). Чрез прогимназиалното обучение по технологии и предприемачество се изгражда ключовата компетентност „инициативност и предприемчивост“, формира се отношение към здравословен и безопасен начин на живот и работа, създават се условия за осъзнат избор на образование и професия. Учебните програми акцентират върху прилагане на актуални подходи за формиране на технологична култура и икономическа грамотност у подрастващите. Водещи подходи са учене чрез търсене и откриване, модулно-интегративен подход, учене чрез практика и учене чрез преживяване. Тези подходи, развитието на критично мислене и умения за учене са актуални по отношение на редица национални и международни визии за развитие на технологичното обучение.

Има ясно изразено социално признание на ролята на образованието в областта на науката, технологиите, инженерството и математиката. В този контекст Международната асоциация на преподавателите по

технологии инженерство ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association) ревизира стандартите за технологична грамотност - STL (Content for the Study of Technology) (ITEEA,2007) и въвежда нови стандарти с абревиатура STEL – „Стандарти за технологична и инженерна грамотност: Ролята на технологиите и инженерството в STEM образованието“ (ITEEA, 2020). Тези стандарти актуализират съдържателните параметри на технологичната грамотност, обвързват я с инженерната грамотност и я определят за фундаментална, по отношение успешно участие в съвременния свят. Инженерството се разглежда не като професионално знание, а като разбиране процеса на създаване или проектиране на технологични артефакти или системи. Технологичната и инженерна грамотност се идентифицират със способности за разбиране, използване, създаване и оценяване на проектираната от човека среда, която е продукт на технологична и инженерна дейност (International Technology and Engineering Educators Association, 2020).

Новите стандарти STEL целят разширяване на технологичната и инженерна грамотност, така, че хората да могат да вземат информирани решения относно технологиите и да съдействат за тяхното проектиране, разработване и използване. (Reed, P., Love, T., Bartholomew, S., Dooley, K., 2022). Цитираните автори посочват, че светът непрекъснато се променя и ние трябва да предоставим на учениците технологични и инженерни умения и способности, за да бъдат учещи през целия живот, способни да се адаптират към тези промени.

Стандартите STEL представят ясна визия за необходимите компетенции, установяват тенденции за осъвременяване на учебното съдържание, предоставят на учителите актуални ориентири за планиране на технологично обучение и конструиране на подходящи педагогически дизайни за реализирането му.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА И СТРУКТУРА НА СТАНДАРТИТЕ STEL (STANDARDS FOR TECHNOLOGICAL AND ENGINEERING LITERACY)**

Разработените от ITEEA стандарти STEL разглеждат ролята на технологиите и инженерството в съответствие със STEM подхода и интердисциплинарните им интеграционни връзки с други учебни дисциплини. Целта на технологичното и инженерното образование, съгласно тези стандарти, е да развие у учениците разбиране на взаимодействията между технологията, инженерството и обществото и формиране на комплекс от знания, умения и способности, които им позволяват да използват, създават и оценяват настоящи и нововъзникващи технологии. Тази цел се постига чрез фокусиране на преподаването и ученето върху всички области на ученето: когнитивна, емоционална и психомоторна.

Отново се подчертава интердисциплинарния характер на технологичното обучение, при което социалните, икономически, екологични, естетически фактори се разглеждат заедно с техническите, а учебния процес предоставя възможности на учениците за разбиране и прилагане на знания, умения и нагласи от съдържанието на различни дисциплини.

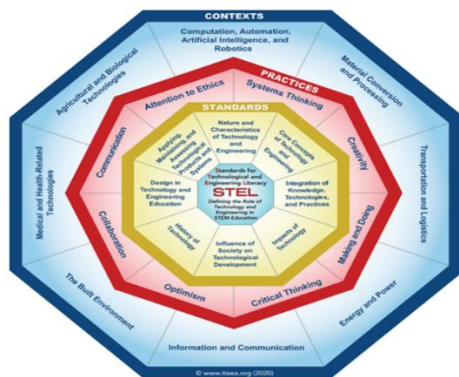
STEL определят очакваните резултати от обучението, предоставят на преподавателите насоки за подбор на учебно съдържание и подходи за постигане на резултатите в определена образователна среда. (Daugherty, M. Carter, V., Sumner A., 2021).

В структурно отношение стандартите STEL обхващат три основни съдържателни съвкупности с по 8 елемента, функциониращи в единство. Създадения комплекс представлява ефективна рамка за преподаване на технологична и инженерна грамотност. Референтните показатели за отделните стандарти са написани с помощта на активни глаголи и отразяват нарастване на нивата в рамките на съответната област.

Структуроопределящите компоненти са:

- основни дисциплинарни стандарти;
- технологични и инженерни практики;
- технологични и инженерни контексти.

Модела се визуализира във вид на комбинация от три осмоъгълника, които могат да се въртят и да покажат прилагането на основните стандарти в различни предметни контексти и с различни технологични и инженерни практики.



**Фиг. 1. Модел на стандарти STEL, разработени от ITEEA International Technology and Engineering Educators Association (2020)**

Осемте основни дисциплинарни стандарта и свързаните с тях дескриптори отразяват необходимите знания, умения, отношения към технологиите и инженерството, които учениците трябва да притежават, независимо от бъдещото им професионално занимание и кариерно развитие. Те са по-общи и концептуални. В съдържателно отношение тези стандарти включват:

1. Същност и характеристика на технологията и техниката
2. Основни концепции за технологията и инженерството
3. Интегриране на знания, технологии и практики
4. Въздействие на технологиите
5. Влияние на обществото върху технологичното развитие
6. История на технологиите
7. Дизайн в технологичното и инженерно образование
8. Прилагане, поддържане и оценка на технологични продукти

Втория структурен компонент на стандартите STEL са технологични и инженерни практики. Този компонент на стандартите отразява знанията, уменията и нагласите от които учениците се нуждаят за да прилагат основните дисциплинарни стандарти в различни контекстни области. Включва следните елементи:

1. Системно мислене
2. Креативност
3. Създаване и правене
4. Критично мислене
5. Оптимизъм
6. Сътрудничество
7. Комуникация
8. Етичност

Под оптимизъм се разбира убеденост, че технологиите могат да бъдат подобрени и ангажираност с търсене на по-добри решения на предизвикателства, свързани с проектиране, моделиране и адаптиране.

Въпреки че не отразяват конкретно учебно съдържание тези способности, качества и умения са особено важни характеристики на технологичните и инженерни компетентности и предполагат планиране на обучение с автентични ситуации и дейности и гражданска активност.

Третия структурен компонент на стандартите са технологичните и инженерни контексти. Те се разглеждат и като области учебно съдържание, и като среда в която се реализират другите стандарти. Дефинираните, характерни за обучението по технологии и инженерство предметни области са:

1. Изчисления, автоматизация, изкуствен интелект и роботика
2. Преобразуване и обработка на материали
3. Транспорт и логистика
4. Енергия и мощност
5. Информация и комуникация
6. Изградена среда
7. Медицински и свързани със здравето технологии
8. Аграрни и биологични технологии

Трите организационни компонента са свързани и очертават синтезирано параметри на учебно съдържание и насоки за личностно развитие на учениците. Те уточняват мястото на технологичното и инженерно образование в STEM образованието.

При формулирането на стандартите за различните образователни степени за всеки домейн са използвани активни глаголи, отразяващи различни нива на когнитивни, психомоторни и емоционални области. Нивата на познание са фактически, концептуални, процедурни и метакогнитивни.

Отчитайки сложността на технологиите и инженерството и динамичното им развитие стандартите насочват учителите да отделят по-малко време за дискретни факти и повече време за по-широко измерение на познанията, активности и дейности в контекста на технологиите. „Знанията са свързани с приемане на информация, организиране, разбиране на факти и концептуални взаимоотношения. Развитието на мисленето предполага осмисляне на информацията чрез въпроси, анализи, вземане на решения. Така нареченото правене включва използване на технологии и техника по приложен начин като проектиране, създаване, конструиране, производство, оценяване. И трите измерения са симбиотични и особено важни за развитие на технологична и инженерна грамотност“ (ITEEA, 2022).

### **3. СТАНДАРТИТЕ STEL И ПРОГИМНАЗИАЛНОТО ОБУЧЕНИЕ ПО ТЕХНОЛОГИИ И ПРЕДПРИЕМАЧЕСТВО**

Стандартите STEL дефинират ясно значимостта на технологичните компетентности и мястото на технологичното обучение. Прилагането на тези стандарти в различните страни трябва да бъде съобразено с конкретните условия и изисква съобразяване с националните образователни политики и нормативни документи.

Общообразователния учебен предмет технологии и предприемачество има значимо място за формиране и развитие на технологична грамотност в българската образователна реалност. Предмета е насочен към формиране на умения да се реагира на новостите и да се поема отговорност, към развитие на ключовата компетентност инициативност и предприемчивост. Анализа на учебните програми по технологии и предприемачество в прогимназиален образователен етап посочва, че базовата технологична компетентност се свързва с използване на техника за ръчна и машинна обработка на материалите и самостоятелно разработване на проекти чрез прилагане на достъпни програмни продукти и на дигитални средства за комуникация и контрол (МОН, 2015). Усвояват се умения за изразяване чрез творчество, умения за учене. Застъпено е запознаване с принципите на устойчиво развитие, в екологични, икономически и социални измерения. Развива се критично мислене. Тази целева насоченост показва тясно обвързване с посочените в стандартите STEL очаквани резултати за технологична и инженерна грамотност.

Българските държавни образователни стандарти за прогимназиално обучение по технологии и предприемачество са структурирани в шест области на компетентност:

- Проектиране, планиране и оценяване на технологични процеси и обекти;
- Битова и производствена техника;
- Обработване, сглобяване и комбиниране на материали, продукти и модули;
- Комуникация и контрол в бита и трудовите процеси;
- Организация и икономика;
- Агро и зоо-технологии

В съдържателно отношение съпоставянето на обособените предметни области по технологии и предприемачество с посочените в STEL инженерни контексти установява припокриване на редица базисни конструкции.

Сравнителния анализ очертава насоки за обогатяване къркулма на прогимназиалното технологично обучение със знания и умения от областите изкуствен интелект и роботика, автоматизация и биотехнологии. Динамичното актуализиране на учебното съдържание предполага социалните, икономически, екологични, естетически фактори се разглеждат заедно с техническите, засилване интердисциплинарния характер на обучението и ролята му за реализиране на STEM образование.

Създадените в много училища STEM центрове, представляващи интегрирана съвкупност от специално изградени и оборудвани учебни пространства, обезпечават технически възможности за по-ефективното прилагане на интегративния подход.

Формирането на необходимите умения за опознаване, прилагане, създаване и усъвършенстване на определени технологични решения, безспорно изисква съответно материално техническо осигуряване и в стандартните класни стаи или специализирани кабинети по технологии и предприемачество. Тази ресурсна осигуреност, обаче все още не е достатъчна.

Представената в международните стандарти визия за технологична и инженерна грамотност насочва учителите при планиране на учебен процес за постигане на целите на обучение, свързани с развитие на критично мислене, комуникативност, умения за работа в екип, изчислително или компютърно мислене, креативност. Изчислителното мислене се разглежда в широк аспект като систематичен подход за планиране, решаване на проблеми и създаване.

Детайлно разработените в STEL дескриптори за всеки стандарт предлагат сигурен инструмент за ориентиране и разработване варианти на педагогически дизайн стимулиращ развитието на учениците.

#### 4. ОБОБЩЕНИЕ

Изучаването на технологии и инженерство като човешка дейност е интердисциплинарно, отразява много връзки между областите наука, технологии, инженерство и математика. Обучението по технологии и предприемачество има своя специфика и значимо място за формиране на широка технологична култура, обхваща елементи на инженерна грамотност и предприемачески компетентности.

Динамиката на технологично и обществено развитие детерминира необходимост от постоянно актуализиране на съдържателните параметри на технологичната грамотност и осъвременяване на очакваните резултати от технологичното обучение.

Предложената в международните стандарти STEL визия за съвременно технологично обучение очертава насоки за обособяване на нови предметни области в учебното съдържание по технологии и предприемачество или имплицитно включване в съществуващата структура на знания, умения и отношения от областта на изкуствен интелект и роботика, автоматизация и биотехнологии.

Включените в структурата на международните стандарти елементи съдържат измерения на знания, умения и ценности, а овладяването им изисква активно участие на учащите се. В този смисъл се засилва значимостта на утвърдените в учебните програми по технологии и предприемачество водещи подходи за обучение, като учене чрез действие, учене чрез търсене и откриване, проектно-базирано обучение, модулно-интегративен подход.

Формулираните в STEL очаквани резултати ориентират учителите към планиране на обучение, което формира и развива системно мислене, креативност, критично мислене, етичност, умения за комуникация и екипна работа.

Разработената система от дескриптори може да насочва учителите за планиране на учебен процес осигуряващ възможности за персонализирано формиране на адекватни съвременни технологични и предприемачески компетентности.

Модернизирването на обучението по технологии и предприемачество изисква добра ресурсна осигуреност, изграждане на адекватна предметно-информационна образователна и прилагане на варианти на педагогически дизайн с иновативни педагогически технологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Daugherty, M., Carter, V. & Sumner, A. (2021). Standards for technological and engineering literacy and STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 80(5), стр. 32-37. Retrieved 2023, from ITEEA: <https://www.iteea.org/File.aspx?id=189314&v=ce361c78>
- Dugger, W. E. (2012). How Standards Interface with Curriculum and Instruction in Technology. *Technology Education for the 21st Century: Bridging Theory and Practice*. Palestine. Retrieved 2013, from <http://www.iteea.org/Resources/>
- International Technology and Engineering Educators Association (2007). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Retrieved 2014, from <https://www.iteea.org/Publications/StandardsOverview.aspx>
- International Technology and Engineering Educators Association. (2020). *Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education*. Retrieved 2022, from <https://www.iteea.org/STEL.aspx>
- Kozuharova, D., Zhelyazkova M. (2021). SASHTNOST NA STEM OBUCHENIETO. *E-spisanie „Pedagogicheski forum“* (3), 19-28. doi:10.15547/PF.2021.016
- MON (2015). Darzhavni obrazovatelni standarti. Retrieved 2016, from <https://mon.bg/bg/100104>
- Ministerstvo na obrazovaniето i naukata. (2020). *Uchebni planove i programi*. Retrieved 2020, from <https://mon.bg/bg/28>
- Ministerstvo na obrazovaniето i naukata (2020). *Strategicheska ramka za razvitie na obrazovaniето, obucheniето i ucheneto v Republika Bulgaria (2021-2030)*. Retrieved 2022, from <https://web.mon.bg/bg/143>

- Reed P., Love T., Bartholomew S., Dooley K. (2022). *Overview of Standards for Technological and Engineering Literacy (Other)*. Paper presented at 2022 ASEE Annual Conference & Exposition, Minneapolis, MN. <https://peer.asee.org/41253>.
- Zoneva, L. (2021). *Modeli za integrirane na informatsionnite i komunikatsionni tehnologii v obuchenieto*. UI "Neofit Rilski"- Blagoevgrad.