

УДК 373.3.013

Т. О. Довженко, І. В. Гавриш

**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ  
STEM-ОСВІТИ В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ  
НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОЕКТУ «ІНТЕЛЕКТ УКРАЇНИ»**

© Довженко Т. О., 2018

<http://orcid.org/0000-0003-1384-511X>

© Гавриш І. В., 2018

<http://orcid.org/0000-0002-0173-1855>

<http://doi.org/10.5281/zenodo.2539289>

*У статті охарактеризовано аксіологічні імперативи розвитку систем освіти у світі. Розкрито суть поняття «конвергентні NBIC-технології» як синергетичної комбінації нано-, біо-, інформаційних технологій та когнітивних наук, що є ядром 6-го технологічного укладу. Виявлено, що NBIC-конвергенція розглядається світовою політичною та науковою елітою як нова домінанта науково-технічного прогресу, висвітлено заходи, що здійснюються в країнах із потужною економікою, спрямовані на становлення й розвиток 6-го технологічного укладу. Визначено, що освіта як синергетична система має кардинально змінюватись на зламі технологічних епох, що й обумовило модернізацію освітніх систем провідних країн світу на засадах STEM-освіти.*

*Охарактеризовано теоретико-методологічні основи реалізації STEM-освіти в початковій школі науково-педагогічного проекту «Інтелект України»: постнекласична парадигма освіти, що передбачає органічне поєднання технократизму з гуманістичними пріоритетами та культуроцентричністю як методологічна база; формування в учнів основ інноваційності, математичної, інформаційно-комунікаційної, екологічної компетентностей, а також компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій в органічному взаємозв'язку всіх їх складових – цінностей і ставлень, знань, умінь і практичних навичок (зокрема й наскрізних умінь, визначених у «Державному стандарті початкової школи») як концептуальна мета; фундаменталізація освіти, неперервність, інтегроване навчання за темами на засадах міждисциплінарного та проектного підходів, навчання на основі власних відкриттів та його практична спрямованість, поглиблене вивчення англійської мови як характерні властивості. Доведена наукова обґрунтованість презентованих теоретико-методологічних засад упровадження STEM-освіти в практику роботи початкової школи.*

**Ключові слова:** *конвергентні NBIC-технології, STEM-освіта, постнекласична парадигма освіти, фундаменталізація освіти, інтегроване навчання, навчання на основі власних відкриттів.*

***Довженко Т. А., Гавриш І. В. Теоретико-методологические основы реализации STEM-образования в начальной школе научно-педагогического проекта «Интеллект Украины»***

*В данной статье охарактеризованы аксеологические императивы развития систем образования в мире. Раскрыта сущность понятия «конвергентные NBIC-технологии», которые являются ядром 6-го технологического уклада, как синергетической комбинации нано-, био-, информационных технологий и когнитивных наук. Показано, что мировая политическая и научная элита рассматривает NBIC-конвергенцию как новую доминанту научно-технического прогресса. Освещены мероприятия, направленные на становление и развитие 6-го технологического уклада, которые осуществляются странами с мощной экономикой. Выявлено, что образование как синергетическая система должно кардинально измениться на рубеже технологических эпох, что и обусловило модернизацию образовательных систем ведущих стран мира на принципах STEM-образования. Охарактеризованы теоретико-методологические основы реализации STEM-образования в начальной школе научно-педагогического проекта «Интеллект Украины»: постнеклассическая парадигма образования, которая предусматривает органическое соединение технократизма с гуманистическими приоритетами и культуроцентричностью, как методологическая база; формирование у учащихся основ инновационности, математической, информационно-коммуникативной, экологической компетентностей, а также компетентности в области природоведческих наук, техники и технологий в органической взаимосвязи всех её составляющих – ценностей и отношений, знаний, умений и практических навыков (в частности и сквозных умений, обозначенных в «Государственном стандарте начальной школы») как концептуальная цель; фундаментализация образования, непрерывность, интегрированное обучение на принципах междисциплинарного и проектного подходов, обучение на основе собственных открытий и его практическая направленность, углублённое изучение английского языка как характерные особенности. Доказана научная обоснованность представленных теоретико-методологических принципов внедрения STEM-образования в практику работы начальной школы.*

***Ключевые слова:*** *конвергентные NBIC-технологии, STEM-образование, постнеклассическая парадигма образования, фундаментализация образования, интегрированное обучение, обучение на основе собственных открытий.*

***Dovzhenko T. A., Gavrish I. V. Theoretical and methodological foundations to implement Stem Education in the Primary School level within «Intellect of Ukraine» Scientific and Pedagogical Project***

*The article describes the axiological imperatives for the educational systems development in the world. In particular it determines that the civilization economic paradigm of the XXI century, recognized by the EU and the UN as the leading*

*direction of civilization development in the early third millennium stage, is the concept of «The Third Industrial Revolution». The work outlines its content in the reference to the emergence of the NBIC-technologies underneath the V-th technological paradigm. The merging of above mentioned elements is recognized by futurologists as a system shaping feature of VI technological paradigm.*

*The term «convergent NBIC-technologies» received its definition as a synergetic combination of nano-, bio-, information technology and cognitive sciences, which is the core of the 6th technological paradigm. The work enlightens NBIC convergence as a subject for the world political and scientific elite to see it as a new dominant feature of the scientific and technological progress. We get the outline of measures taken by the most powerful economies aimed at the design and development of the 6th technological paradigm.*

*Education is identified as a synergetic system to be dramatically changed at the turn of technological ages, which became the reason for educational systems modernization based on STEM approach in the most advanced countries of the world. The work gives theoretical and methodological basement to implement the STEM-education in the elementary school level of the scientific-pedagogical project «Intellect of Ukraine». The work also outlines the post-classic educational paradigm that involves smooth combination of technocracy, humanistic priorities and cultural centrality as a methodological basis. Here we get the notion of fundamentals formation of innovative, mathematical, informational, communicational, ecological competencies, as well as competence in the field of natural sciences, engineering and technologies which happens in the natural mutual connection of all its components: values and attitudes, knowledge, skills and practical skills (including universal skills mentioned the «Primary School State Standard» guidelines) as a conceptual goal. The thesis describes the characteristic properties of fundamentals aimed education, continuity, integrated topics based teaching with the support of inter-subject and project approaches, learning based on personal practically orientated discoveries, profound study of English. The work proves the scientific grounds of the presented theoretical and methodological principles to introduce the STEM- education into the practice of elementary school work activities.*

**Key words:** *Convergent NBIC-technologies, STEM-education, post-classic education paradigm, fundamentals aimed education, integrated learning, learning based on personal discoveries.*

**Постановка проблеми.** Аксіологічним імперативом розвитку національних систем освіти в державах, що прагнуть бути конкурентоспроможними на світовому ринку, є модернізація на засадах STEM-освіти. Насамперед це пов'язано з розробкою та застосуванням у медицині, сільському господарстві, промисловості тощо NBIC-технологій, що є ядром VI технологічного укладу. На думку футурологів, тільки ті держави, що виявляться спроможними зайняти лідерські позиції в сучасній технологічній

гонці, зможуть очолити список топ-країн з потужною економікою. Водночас серед науковців загально визнаним є підхід, за якого основним фактором економічного піднесення країни в сучасних умовах вважають рівень освіченості нації, її здатність створювати, реалізовувати та розвивати інноваційні технології.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання теоретико-методологічного обґрунтування STEM-освіти як напряму модернізації національної освітньої системи входять до проблемного кола філософії, психології творчості та педагогіки.

Філософський дискурс проблеми висвітлено в наукових працях В. Андрущенка, В. Бега, С. Клепка, В. Кременя, В. Лутая, Є. Пінчука, В. Стьопіна та ін. Науковці відзначають, що цивілізаційний контекст розвитку людства у XXI ст. обумовив необхідність модернізації національних освітніх систем на засадах постнекласичної парадигми освіти.

У психології творчості об'єктами дослідження науковців є, зокрема, суть, етапи, умови, фактори та механізми науково-технічної творчості, а також відповідний діагностичний інструментарій і психологічна структура творчої особистості (Г. Альтшулер, П. Вайнцвайг, В. Моляко, В. Роменець, В. Рибалко та ін.).

Педагогічний контекст проблеми впровадження STEM-освіти в освітній простір знайшов відображення в публікаціях українських (Н. Балик, О. Барна, Я. Василенко, О. Граб, Д. Грузін, Н. Новікова, Г. Шмигер та ін.) і зарубіжних (M. Brody, J. Dillon, R. Stevenson, A. Wals та ін.) науковців, у низці програмних документів, зокрема в «Стандартах природничої освіти» (США, 2011), проекті «Концепція STEM-освіти в Україні» (2017).

Водночас маємо відзначити, що питання реалізації STEM-освіти в початковій школі України ще не були предметом спеціальних системних досліджень педагогів.

Узагальнення результатів наукових розвідок учених і актуальність феномена, що обговорюється, дозволили визначити мету статті — охарактеризувати теоретико-методологічні засади реалізації STEM-освіти в початковій школі науково-педагогічного проекту (НПП) «Інтелект України».

**Виклад основного матеріалу.** Цивілізаційною економічною парадигмою XXI ст., визаною ЄС і ООН провідним напрямом розвитку людства на початку

III тисячоліття, є концепція «The Third Industrial Revolution» (J. Rifkin, 2011) [9]. Її сутність виявляється в тезі про зародження в надрах V технологічного укладу NBIC-технологій, конвергенцію яких футурологи визнають як системотворну ознаку VI технологічного укладу. Термін «converging technologies» поширився в науковому співтоваристві після оприлюднення 2002 року звіту «Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science», підготовленого W. Bainbridge та M. Roco на замовлення Всесвітнього центру оцінювання технологій (World Technology Evaluation Center). У ньому конвергентні NBIC-технології розглядають як синергетичну комбінацію *нано-, біо-, інформаційних технологій та когнітивних наук*, що в недалекому майбутньому має перетворитися на єдину галузь науково-технологічного знання [10].

Політична й наукова еліти високорозвинених країн розглядають NBIC-конвергенцію як нову домінанту науково-технічного прогресу в найближчі десятиріччя, що не тільки сприятиме зростанню могутності держави, але й забезпечить на системному рівні розв'язання глобальних проблем людства (нестача природних ресурсів і продовольства, перенаселення Землі, екологічна криза, глобальне потепління тощо), виявиться чинником істотного збільшення тривалості людського життя та покращення його якості, винайдення відновлюваних джерел енергії, синтезу матеріалів із заданими якостями на основі нано- та біотехнологій. Тому Німеччина, Китай, Південна Корея, Сінгапур, США, Японія та інші країни з потужною економікою беруть активну участь у змаганні за лідерство в розробці й упровадженні в усі сфери людського буття NBIC-технологій. У цих країнах створено державно-приватну мережу установ, які опікуються питаннями розвитку конвергентних NBIC-технологій («National Network for Manufacturing Innovation», США; «Knowledge NBIC», «Contecs», Велика Британія, Німеччина, Франція та ін.), а також реалізуються міжнародні науково-дослідницькі проекти відповідного спрямування, регулярно проводяться симпозіуми, видаються фундаментальні й прикладні наукові журнали, присвячені питанням становлення й розвитку VI технологічного укладу [6; 7; 8].

Освіта, що являє собою синергетичну систему, відповідно до парадигми системного підходу має кардинально змінюватися на зламі технологічних епох. Тому у високорозвинених країнах відбувається модернізація освітніх систем,

що спрямована на реалізацію основних положень STEM-освіти («STEM» — акронім від назв навчальних предметів «Science» (природничі науки), «Technology», «Engineering», «Mathematics») [11].

Упровадження STEM-освіти в національній освітній простір здійснюється на трьох рівнях (формальному, неформальному та інформальному) відповідно до низки нормативних документів, зокрема Закону України «Про освіту», рішення Колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціо-економічного розвитку України на середньостроковому (до 2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу)», «Плану заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016–2018 рр.», затвердженого Міністерством освіти і науки України. При цьому основними ланками її реалізації в системі загальної середньої освіти України є початкова, базова та старша школа [5].

Узагальнення результатів вивчення нормативних і програмних документів з питань модернізації початкової освіти на засадах STEM-освіти, а також наукових джерел з теми дослідження дозволило сформулювати вихідні теоретико-методологічні положення «Освітньої програми початкової школи науково-педагогічного проекту «Інтелект України» стосовно феномена, що обговорюється. Наведемо їх.

1. STEM-освіта в початковій школі має ґрунтуватися на постнекласичній парадигмі освіти, у якій концептуальною освітньою метою визнають створення умов для самоактуалізації та творчої самореалізації особистості в складному, нелінійному, нестабільному світі. Аксиологічними імперативами державної освітньої політики в постнекласичній парадигмі є органічне поєднання технократизму з гуманістичними пріоритетами та культуроцентричністю, яка репрезентує такі типові риси культурної особистості, як духовність, національну свідомість, культурну толерантність, позитивне мислення, розвинений емоційний інтелект тощо [1; 4].

2. STEM-освіта має бути неперервною: розпочинатися в першому класі початкової школи й тривати впродовж усього навчання учнів у закладах загальної середньої освіти. Раннє залучення дитини до STEM-освіти не лише сприяє розвитку креативного мислення та формуванню дослідницької компетентності, а й поліпшує соціалізацію особистості, оскільки під час роботи в команді розвиваються комунікативні компетентності [2].

3. Метою STEM-освіти в початковій школі має бути формування в учнів основ інноваційності, математичної, інформаційно-комунікаційної, екологічної компетентностей, а також компетентності в галузі природничих наук, техніки й технологій в органічному взаємозв'язку їх складових: цінностей і ставлень; знань; умінь і практичних навичок (у тому числі й наскрізних умінь, як зазначено в «Державному стандарті початкової школи»: читання з розумінням, уміння висловлювати власну думку усно й письмово, критично та системно мислити, логічно обґрунтовувати свою позицію, виявляти творчість, ініціативність, конструктивно керувати емоціями, оцінювати ризики, приймати рішення, розв'язувати проблеми, співпрацювати з іншими людьми) [3].

4. Процес формування в учнів початкової школи інноваційності як ключової компетентності має бути цілісним та спрямованим на становлення в них основ концептуальної (розуміння природничо-наукових і математичних концепцій, операцій та відношень), стратегічної (здатність формулювати й розв'язувати наукові, технічні та технологічні проблеми), когнітивної (здатність логічно мислити, пояснювати, аргументувати, а також здатність до рефлексії), операційної (здатність охайно та гнучко виконувати операції), аксіологічної (здатність розглядати об'єкт як корисний одночасно зі здатністю вірити у власну ефективність) складових [11].

5. Характерними властивостями STEM-освіти в початковій школі мають бути:

- фундаменталізація освіти, що виявляється в поглибленому вивченні предметів природничо-математичного циклу;
- інтегроване навчання за темами, а не за предметами, що здійснюється на засадах міждисциплінарного та проектного підходів;
- навчання на основі власних відкриттів, спрямоване на формування в учнів дослідницької компетентності, опанування ними алгоритму розв'язання винахідницьких задач, інноваційної стратегії розробки проектів;
- практична спрямованість навчання (на основі здобутих знань учні створюють на уроках прототипи/моделі реальних об'єктів, процесів або продукти сучасної індустрії);
- посилена увага до вивчення англійської мови, оскільки найбільш значущі наукові друковані та Інтернет-ресурси публікують саме цією мовою [5].

Відповідно до зазначених вище теоретико-методологічних положень розроблено та експериментально перевірено дидактичну модель реалізації STEM-освіти на уроках «Я пізнаю світ» (1 клас, 9 год/тижд.), «Людина і світ» (2–4 класи, 2 год/тижд.), «Навчаємося разом» (2–4 класи, 2 год/тижд.) і «Еврика» (2–4 класи, 1 год/тижд.). Результати дослідно-експериментальної роботи відповідного спрямування дозволили дійти **висновку** про наукову обґрунтованість теоретико-методологічних засад упровадження STEM-освіти в практику роботи початкової школи.

До **подальших напрямів** досліджень відповідної проблематики ми віднесли питання, пов'язані з особливостями впровадження STEM-освіти в освітній процес початкової школи в умовах реалізації Концепції «Нова українська школа».

### Література

1. Бех В. П., Малик І. В. Технократизм у дискурсі проблем вищої школи : монографія / за ред. В. П. Бека. К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. 263 с.
2. Богачук Т. С., Скасків Г. М. Впровадження STEM-освіти у початковій школі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання : досвід, тенденції, перспективи* : Тернопіль, матеріали I Всеукр. наук.-практ. конф. (9-10 листопада 2017). Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2017. С. 23-26.
3. Державний стандарт початкової освіти. URL <http://nus.org.ua/news/uryad-opublikuvav-novuj-derzhstandart-pochatkovoyi-osvity-dokument/>
4. Кізіма В. Постнекласична методологія та постнекласична освіта. *Освіта і управління*. 2007. № 1. С. 18-32.
5. Проект Концепції STEM-освіти в Україні. Режим доступу : URL [http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf)
6. Converging Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies / M. C. Roco, W. S. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides (eds.). URL : <http://www.wtec.org/NBIC2-Report>.
7. Knowledge Politics and New Converging Technologies: A Social Science Perspective / Deliverable 2: Knowledge Policies and Politics and the NBIC Field. European Commission FP6 project, 2009. URL : <http://www.convergingtechnologies.org>.



8. National Network for Manufacturing Innovation (NNMI) Program Strategic Plan [. — URL : <https://www.manufacturingusa.com/resources/national-network-manufacturing-innovation-nnmi-program-strategic-plan>.

9. Rifkin J. The Third Industrial Revolution; How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World. Palgrave MacMilan, 2011. 270 p.

10. Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. URL : <http://www.ed.gov/stem>.

11. STEM Education Consultation Report 2017. URL : <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-consultation-report-2017.pdf>.

### References

1. Bech V.P., Malik I.V. Technocratic approach in the discourse of problems of higher education: Monograph / Ed. V.P. Bekha. K.: View of the NPU named after M. P. Drahomanov, 2009. 263 p.

2. Bogachek T. S., Skaskiv G. M. Implementation of STEM-education in elementary school. Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, trends, perspectives: Ternopil, materials I All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (November 9-10, 2017). Ternopil: TNPU named after Volodymyr Hnatyuk, 2017. P. 23-26.

3. Elementary education state standards. URL : <http://nus.org.ua/news/uryad-opublikuvav-novyj-derzhstandart-pochatkovoyi-osvity-dokument/>

4. Kizima V. Post-classic methodology and post nonclassic education *Education and management*. 2007. No. 1. P. 18-32.

5. Draft STEM-Education Concept in Ukraine. URL : [http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM\\_2017.pdf](http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf)

6. Converging Knowledge, Technology and Society: Beyond Convergence of Nano-Bio-Info-Cognitive Technologies / M. C. Roco, W. S. Bainbridge, B. Tonn, G. Whitesides (eds.). URL : <http://www.wtec.org/NBIC2-Report/>

7. Knowledge Politics and New Converging Technologies: A Social Science Perspective / Deliverable 2: Knowledge Policies and Politics and the NBIC Field. European Commission FP6 project, 2009. URL : <http://www.convergingtechnologies.org/>

8. National Network for Manufacturing Innovation (NNMI) Program Strategic Plan. URL : <https://www.manufacturingusa.com/resources/national-network-manufacturing-innovation-nnmi-program-strategic-plan>

9. Rifkin J. The Third Industrial Revolution; How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy, and the World. Palgrave MacMilan, 2011. 270 p.

10. Science, Technology, Engineering and Math: Education for Global Leadership. URL : <http://www.ed.gov/stem>

11. STEM Education Consultation Report 2017. URL : <https://www.education.ie/en/The-Education-System/STEM-Education-Policy/stem-education-consultation-report-2017.pdf>