

УДК 378.2

В. Н. Чемяков¹, Д. А. Крылов²¹Дворец творчества детей и молодежи, Йошкар-Ола
²Марийский государственный университет, Йошкар-Ола**STEM – НОВЫЙ ПОДХОД К ИНЖЕНЕРНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ**

Статья посвящена рассмотрению такой актуальной проблемы, как совершенствование системы инженерного образования, а именно нового направления – STEM-образования. Цель исследования – проанализировать сущность и содержание STEM-образования, выявить основные проблемы и противоречия, обозначить основные подходы к его разработке. Для решения поставленных задач был использован комплекс теоретических методов, адекватных предмету исследования и поставленной цели. Теоретико-методологической основой исследования стали системный, компетентностный и личностно-деятельностный подходы. Указан ряд существенных проблем и противоречий в реализации STEM-образования: традиционная система образования не в полной мере отвечает требованиям и запросам обучения и подготовки рабочей силы XXI века; снижение мотивации при обучении STEM-предметам и выбору профессии такого типа; низкий уровень успеваемости в дисциплинах физико-математического профиля, а также отсутствие способностей решать реальные проблемы, требующие знаний и применений STEM-дисциплин. В статье особо отмечена сложность и многогранность STEM-образования, в результате чего для решения вопросов, связанных с отсутствием STEM-грамотности, разрабатываются самые разнообразные программы по виду, направлению и уровню сложности. Дана краткая характеристика основных подходов к разработке данных программ, обозначены три ключевых фактора реформы образования в STEM-направлении. Отмечено, что все ведущие страны мира опубликовали национальные доклады, содержащие рекомендации по реализации реформы STEM-образования, работают над разработкой учебной программы K-12 STEM, ведется разработка неформальных программ STEM-образования.

Ключевые слова: инженерное образование, STEM-образование, STEM-предметы, подходы.

Сегодня большое внимание стало уделяться техническому (инженерному) образованию. Так, в 2014 году в своем послании Федеральному Собранию президент Российской Федерации В. В. Путин указал на то, что инженерное образование в РФ нужно вывести на мировой уровень [3]. В свою очередь министр образования и науки Российской Федерации Д. Ливанов отметил: «Принципиально важно для конкурентоспособности нашей страны, так или иначе по этому пути идут все страны. Поэтому для нас это крайне важное дело, новое дело и то из направлений, которое очень активно и быстро развивается» [2]. Задача «максимально внедрять инженерное образование и усиливать технологическую подготовку выпускников» [2] была поставлена руководством страны перед директорами и педагогами учебных заведений.

Для решения данной задачи предполагается внести изменения как в процесс обучения в вузах, так и в школах, где одним из способов повышения интереса обучающихся к техническим наукам мо-

жет стать внедрение в школьную образовательную программу нового предмета – «Робототехника». Включить новый школьный курс планируется в уже существующую, преподающуюся с 5 по 11 класс образовательную область «Технология». «Очень важно в рамках тех уроков, которые проходят по «Технологии», давать детям представления о современной техносфере, технологиях, которые есть, дать им возможность самим придумать, сконструировать и построить. И робототехника дает для этого возможности. Не все станут в будущем инженерами, конструкторами, но у каждого должен быть шанс попробовать», – отметил министр [2].

Минобрнауки России прорабатывает вопрос о введении нескольких новых олимпиад для школьников по инженерным направлениям, победители и призеры которых будут иметь льготы при поступлении в профильные вузы, сообщил глава министерства Дмитрий Ливанов. В частности, по словам Ливанова, прорабатывается вопрос

о разработке олимпиады по робототехнике. По словам министра, для реализации проекта важна подготовительная работа и участие ведущих технических вузов. Он выразил надежду, что уже в следующем году в перечне олимпиад для школьников появится целый ряд новых соревнований по инженерному научно-техническому творчеству [2; 3].

По мнению многих исследователей [4; 5; 9; 10; 18], робототехника в настоящее время – важное и перспективное направление, которое следует рассматривать как метод для изучения важных областей физики, математики, черчения, технологии, конструирования. По сути, изучение робототехники входит в международную парадигму STEM-образования (содержание акронима STEM можно раскрыть следующим образом: S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics, т. е. наука (в первую очередь имеются в виду естественные науки), технология, инженерия (иногда трактуется как как техническое творчество), математика).

Здесь необходимо отметить, что в течение первого десятилетия XXI века потребности в STEM-образованных квалифицированных специалистах, обладающих не только теоретическими знаниями, но и практическими навыками работы со сложными технологическими объектами, существенно изменились. В частности исследования ученых [4; 5; 9; 18], занимающихся изучением данной проблемы выявили ряд существенных проблем и противоречий:

– существующая, традиционная, знаниевая, система образования не в полной мере отвечает требованиям и запросам обучения и подготовки рабочей силы XXI века, т. е. присутствуют определенные проблемы с существующей системой обучения подрастающего поколения науке, технологии, инженерии и математике;

– указывается на снижении мотивации при обучении STEM-предметам и выбору профессии такого типа; наблюдается достаточно низкий уровень успеваемости в дисциплинах физико-математического профиля, а также отсутствие способностей решать реальные проблемы, требующие знаний и применений STEM-дисциплин.

Эти недостатки привели к уменьшению числа подготавливаемых квалифицированных STEM-работников. Государственные и политические деятели, представители бизнеса считают, что нехватка STEM-работников является и будет являться в дальнейшем угрозой для национальной конкурентоспособности. Брэд Смит, вице-президент

корпорации Microsoft: «нехватка квалифицированных специалистов достигла такого уровня, что можно говорить о кризисе гениев для высокотехнологичных компаний» [11]. Согласно исследованию, проведенному учеными Джорджтаунского университета в 2014 году, прогнозируемая оценка требуемого количества работников, связанных со STEM-образованием, к 2018 году составит 8,65 млн человек. В частности, производственный сектор столкнется с опасно большим дефицитом сотрудников, обладающих необходимыми навыками, – почти 600 тысяч человек [6].

Необходимость решения данных проблем актуализирует реформирование традиционной системы образования, в частности в направлении развития STEM-образования, что и наблюдается в США, а также в других странах мира.

Необходимо особо отметить сложность и многогранность STEM-образования, в результате чего для решения вопросов, связанных с отсутствием STEM-грамотности, разрабатываются самые разнообразные программы по виду, направлению и уровню сложности. Можно выделить следующие основные подходы к их разработке.

1. Представители первого направления предлагают расширить учебный опыт в отдельных STEM-предметах, используя проблемно ориентированную учебную деятельность, в ходе которой аналитические концепции применяются к реальным мировым проблемам, с целью лучшего понимания сложных концепций обучающимися.

2. Представители второго подхода пытаются интегрировать знания STEM-предметов, чтобы создать более глубокое понимание их содержания, что в итоге приведет к расширению возможностей обучающихся в будущем выбрать техническое или научное направление карьеры.

3. Некоторые ученые, особенно представители технических вузов, считают, что в STEM-образовании должен преобладать многопрофильный подход, который использует интегративность в обучении STEM-дисциплин, как это делается в реальных производственных условиях. Тем самым обучающийся сможет применять свои знания для решения плохо структурированных технологических проблем, развивать технические способности и более интенсивно овладевать навыками высокоорганизованного мышления [1; 7; 16; 20]. Само обучение предполагается строить на базе проблемно ориентированной учебной деятельности (на основе метода проектов и технического проектирования), которая объединяет научные принципы, технологию, проектирование и математику

в одну школьную STEM-программу. Эта программа может преподаваться в качестве нового отдельного школьного предмета или использоваться для оказания помощи уже существующим STEM-предметам для достижения наиболее значимых результатов.

4. Следующий подход предполагает внедрение инноваций в методику обучения каждому из отдельных STEM-предметов и как интегративный подход к обучению, где основные понятия науки, технологии, инженерии и математики перенесены в одну учебную программу, названую STEM.

Такой широкий спектр подходов обусловлен как сложностью исследуемого явления, так и причинами его порождающего. Одна из причин в том, что исследователи, представители общественности и бизнеса считают, что суть проводимой реформы – подготовка молодых людей с такими умениями и навыками, которые удовлетворят потребность в специализированных трудовых ресурсах XXI века в области химии, математики, микроэлектроники, альтернативных источников энергии, коммуникации, здравоохранения и фармацевтики, нанотехнологии и авиастроения. Однако наблюдается некое противоречие – разработка образовательных программ, по которым велась бы подготовка работников с необходимыми для XXI века умениями и навыками весьма сложна, поскольку эти навыки устаревают достаточно быстро и меняются по мере появления новых технологий и инноваций. Ученые, занимающиеся изучением данной проблемы считают, что необходима такая программа, которая покажет студентам, как интегрировать STEM-знания, умения и навыки, чтобы грамотно и компетентно определять и решать сложные проблемы реального мира, объяснить их природу и предназначение и быть в состоянии размышлять над STEM проблемами и участвовать в их решении как гражданине мира [5].

При всем многообразии существующих подходов практически все исследователи сходятся во мнении, что STEM-образование – это современный образовательный феномен, означающий повышение качества понимания обучающимися дисциплин, относящихся к науке, технологии, инженерии и математике, цель которой – подготовка обучающихся к более эффективному применению полученных знаний для решения профессиональных задач и проблем (в том числе через улучшение навыков высокоорганизованного мышления) и развитие компетенции в STEM (результат чего можно назвать STEM-грамотностью). Здесь

дискуссии по STEM-образованию в основном сосредоточены на указании необходимости улучшения преподавания отдельных дисциплин и работы над повышением количества баллов по международному тестированию обучающихся, особенно в области науки и математики [5].

В целом значение реформы образования в STEM-направлении можно выразить через три ключевых фактора: первый – связанный с глобальными экономическими проблемами, с которыми встречается каждая нация; второй – указывающий на изменяющиеся потребности в рабочей силе, которые требуют более комплексных и гибких, знаний, умений и навыков, соответствующих требованиям XXI века; и третий – подчеркивающий спрос на STEM-грамотность, необходимую для решения глобальных технологических и экологических проблем [5].

В настоящее время в ведущих странах мира разработаны образовательные стратегии, предлагающие решение недостатков в области STEM-образования и включающие различные специализированные программы для начального, среднего и высшего профессионального образования. Такие страны, как Австралия, Англия, Шотландия, США опубликовали национальные доклады, содержащие рекомендации по реализации реформы STEM-образования [4; 10; 12; 17]. Австралия, Китай, Англия, Корея, Тайвань, США работают над разработкой учебной программы K-12 STEM, которая спроектирована как набор интегративных междисциплинарных подходов в каждой из STEM-дисциплин. Большое внимание в этих учебных программах уделено тому, чтобы обучающиеся осознали, каким образом обучение STEM повлияет на карьеру в профессии [9; 12; 14]. Во Франции, Японии, Южной Африке общеобразовательные учебные заведения и внешкольные профессиональные организации занимаются разработкой неформальных программ STEM-образования (например, летние лагеря, внешкольные мероприятия, конкурсы и др.), которые привлекают внимание школьников к STEM-профессиям и дают возможность для обучения по различным направлениям STEM-образования [13; 15].

Необходимо отметить, что работать в русле концепции STEM-образования способны только педагоги, получившие специальную подготовку или прошедшие дополнительное профессиональное обучение и готовые работать в единой системе естественно-научных учебных дисциплин и технологий. Для решения данной проблемы в США, к примеру, была принята национальная программа

по подготовке более 100 тыс. учителей в области STEM-образования за ближайшие 10 лет [19]. В современной системе образования Российской Федерации можно указать на ярко выраженную узкую специализацию учителей, результатом чего знания выпускников школ по большей части фрагментарны. Необходимо отметить, что в ответ на вызовы современности в Российской Федерации также идет работа по развитию STEM-образования. Существует проект STEM-центров корпорации Intel – но данный проект сфокусирован на развитии инженерно-технического и изобретательского потенциала только старших школьников, причем ожидаются обучающиеся уже подготовленные и мотивированные [8]. Большой же части российских школьников остается лишь ожидать появления государственной программы развития STEM-образования в Российской Федерации.



1. Крылов Д. А. Формирование технологической культуры у будущих педагогов: монография. Казань: Офсет-сервис, 2010. 182 с.

2. Ливанов: в российских школах начнут преподавать робототехнику // Российское агентство международной информации «РИА Новости». 2014. URL: <http://ria.ru/society/20141121/1034450220> (дата обращения: 13.09.2015).

3. Послание президента Федеральному Собранию. [Электронный ресурс]. 2014. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/47173> (дата обращения: 3.09.2015).

4. Building a science, technology, engineering and math agenda. [Электронный ресурс] // National Governors Association (NGA). 2007. URL: <http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/0702INNOVATIONSTEM.PDF>, свободный (дата обращения: 16.09.2015).

5. Bybee R. W. The case for STEM education: Challenges and opportunities. [Электронный ресурс] // Arlington, VA: National Science Teachers Association Press. 2013. URL: <http://static.nsta.org/files/PB337Xweb.pdf>, свободный (дата обращения: 18.09.2015).

6. Carnevale A. P., Smith N., Melton M. STEM. Executive summary. [Электронный ресурс]. 2014. URL: <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf> свободный (дата обращения: 15.09.2015).

7. Dugger W. E. Evolution of STEM in the United States. [Электронный ресурс] / 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia. 2010. URL: <http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>, свободный (дата обращения: 14.09.2015).

8. Intel расширяет программу STEM-центров на всю Россию и до 31 марта принимает заявки. [Электронный ресурс] // Сетевое издание «Education-events». 2015. URL: <http://education-events.ru/2015/03/18/intel-stem-centers-project/> свободный (дата обращения: 18.09.2015).

9. Launching the 21st century American aerospace workforce. [Электронный ресурс] // Aerospace Industries Association of America (AIAA). Washington, DC: 2008. URL: <http://www.raeng.org.uk/publications/other/launching-the-21st-century-american-aerospace-work> свободный (дата обращения: 16.09.2015)

10. Marginson S., Tytler R., Freeman B., Roberts K. STEM: Country comparisons: Final report. [Электронный ресурс] // Australian Council of Learned Academies. Melbourne: 2013. URL: <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf> свободный (дата обращения: 21.08.2015).

11. Microsoft: Shortage of tech workers in the US becoming «genuine crisis». [Электронный ресурс] // The Hill. 2012. URL: <http://thehill.com/blogs/hillcon-valley/technology/258985-microsoft-lack-of-tech-workers-approaching-genuine-crisis> свободный (дата обращения: 14.09.2015).

12. Pitt J. Blurring the boundaries – STEM education and education for sustainable development. [Электронный ресурс] // Design and Technology Education: An International Journal. 2009. № 14 (1). С. 37–48. URL: <http://ojs.lboro.ac.uk/ojs/index.php/DATE/article/view/201/176> свободный (дата обращения: 18.09.2015).

13. Preparing future engineers around the world. [Электронный ресурс] / American Society for Engineering Education (ASEE) // PRISM. 2011. № 21(5). С. 26–34. URL: http://www.prism-magazine.org/feb11/feature_01.cfm свободный (дата обращения: 18.09.2015).

14. Project Lead the Way (PLTW). (2014). Today's STEM realities. [Электронный ресурс] 2015. URL: <http://www.pltw.org/> свободный (дата обращения: 12.09.2015).

15. Reaching new frontiers in STEM education. [Электронный ресурс] / Sasol Inzalo Foundation. 2012. URL: http://www.sasolinzalofoundation.org.za/sasol_inzalo/downloads/Inzalo_brochure_1332954308300.pdf свободный. (дата обращения: 15.09.2015).

16. Sanders M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. [Электронный ресурс] // The Technology Teacher. 2009. № 68 (4). С. 20–26. URL: http://www.artstem.org/wp-content/uploads/2010/09/Sanders_STEM_VTProgram.pdf свободный (дата обращения: 17.09.2015).

17. Supporting Scotland's STEM education and culture. [Электронный ресурс] / Science and Engineering Education Advisory Group. 2012. URL: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/0038/00388616.pdf> свободный (дата обращения: 18.09.2015).

18. Tapping America's potential: The education for innovation initiative. [Электронный ресурс] // Business Roundtable. Washington, DC: 2005. URL: <https://www.aau.edu/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=6434> свободный (дата обращения: 10.09.2015).

19. Winning the Race to Educate Our Children. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in the 2012 Budget (White House Office of Science and Technology Policy). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/OSTP-fy12-STEM-fs.pdf> свободный (дата обращения: 25.08.2015).

20. Zuga K. National Science Foundation. STEM and Technology Education. [Электронный ресурс]. 2007. URL: [http://www.iteea.org/mbronly/Library/WhitePapers/STEM\(Zuga\).pdf](http://www.iteea.org/mbronly/Library/WhitePapers/STEM(Zuga).pdf) свободный (дата обращения: 18.09.2015).

1. Krylov D. A. Formirovanie tekhnologicheskoi kul'tury u budushchikh pedagogov: monografiya. Kazan': Ofset-servis, 2010. 182 p.
2. Livanov: v rossiiskikh shkolakh nachnut prepodavat' robototekniku. [Elektronnyi resurs]. *Rossiiskoe agentsivo mezhdunarodnoi informatsii «RIA Novosti»*. 2014. URL: <http://ria.ru/society/20141121/1034450220> (data obrashcheniya: 13.09.2015).
3. Poslanie prezidenta Federal'nomu Sobraniyu. [Elektronnyi resurs]. 2014. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/47173> (data obrashcheniya: 3.09.2015).
4. Building a science, technology, engineering and math agenda. [Elektronnyi resurs]. *National Governors Association (NGA)*. 2007. URL: <http://www.nga.org/files/live/sites/NGA/files/pdf/0702INNOVATIONSTEM.PDF>, svobodnyi (data obrashcheniya: 16.09.2015).
5. Bybee R. W. The case for STEM education: Challenges and opportunities. [Elektronnyi resurs]. *Arlington, VA: National Science Teachers Association Press*. 2013. URL: <http://static.nsta.org/files/PB337Xweb.pdf>, svobodnyi (data obrashcheniya: 18.09.2015).
6. Carnevale A. P., Smith N., Melton M. STEM. Executive summary. [Elektronnyi resurs]. 2014. URL: <https://cew.georgetown.edu/wp-content/uploads/2014/11/stem-execsum.pdf> svobodnyi (data obrashcheniya: 15.09.2015).
7. Dugger W. E. Evolution of STEM in the United States. [Elektronnyi resurs] / 6th Biennial International Conference on Technology Education Research, Gold Coast, Queensland, Australia. 2010. URL: <http://www.iteea.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>, svobodnyi (data obrashcheniya: 14.09.2015).
8. Intel rasshiryaet programmu STEM-tsentrov na vsyu Rossiyu i do 31 marta prinimaet zayavki. [Elektronnyi resurs] // Setevoe izdanie «Education-events». 2015. URL: <http://education-events.ru/2015/03/18/intel-stem-centers-project/> svobodnyi (data obrashcheniya: 18.09.2015).
9. Launching the 21st century American aerospace workforce. [Elektronnyi resurs] // Aerospace Industries Association of America (AIAA). Washington, DC: 2008. URL: <http://www.raeng.org.uk/publications/other/launching-the-21st-century-american-aerospace-work> svobodnyi (data obrashcheniya: 16.09.2015).
10. Marginson S., Tytler R., Freeman B., Roberts K. STEM: Country comparisons: Final report. [Elektronnyi resurs]. *Australian Council of Learned Academies*. Melbourne: 2013. URL: <http://dro.deakin.edu.au/eserv/DU:30059041/tytler-stemcountry-2013.pdf> svobodnyi (data obrashcheniya: 21.08.2015).
11. Microsoft: Shortage of tech workers in the US becoming «genuine crisis». [Elektronnyi resurs] // The Hill. 2012. URL: <http://thehill.com/blogs/hillicon-valleytechnology/258985-microsoft-lack-of-tech-workers-approaching-genuine-crisis> svobodnyi (data obrashcheniya: 14.09.2015).
12. Pitt J. Blurring the boundaries – STEM education and education for sustainable development. [Elektronnyi resurs]. *Design and Technology Education: An International Journal*. 2009. No. 14 (1). Pp. 37–48. URL: <http://ojs.lboro.ac.uk/ojs/index.php/DATE/article/view/201/176> svobodnyi (data obrashcheniya: 18.09.2015).
13. Preparing future engineers around the world. [Elektronnyi resurs] / American Society for Engineering Education (ASEE). *PRISM*. 2011. No. 21(5). Pp. 26–34. URL: http://www.prism-magazine.org/feb11/feature_01.cfm svobodnyi (data obrashcheniya: 18.09.2015).
14. Project Lead the Way (PLTW). (2014). Today's STEM realities. [Elektronnyi resurs] 2015. URL: <http://www.pltw.org/svobodnyi> (data obrashcheniya: 12.09.2015).
15. Reaching new frontiers in STEM education. [Elektronnyi resurs] / Sasol Inzalo Foundation. 2012. URL: http://www.sasolinzalofoundation.org.za/sasol_inzalodownloads/Inzalo_brochure_1332954308300.pdf svobodnyi. (data obrashcheniya: 15.09.2015).
16. Sanders M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. [Elektronnyi resurs]. *The Technology Teacher*. 2009. № 68 (4). Pp. 20–26. URL: http://www.artstem.org/wp-content/uploads/2010/09/Sanders_STEM_VTProgram.pdf svobodnyi (data obrashcheniya: 17.09.2015).
17. Supporting Scotland's STEM education and culture. [Elektronnyi resurs] / Science and Engineering Education Advisory Group. 2012. URL: <http://www.scotland.gov.uk/Resource/0038/00388616.pdf> svobodnyi (data obrashcheniya: 18.09.2015).
18. Tapping America's potential: The education for innovation initiative. [Elektronnyi resurs]. *Business Roundtable. Washington, DC*: 2005. URL: <https://www.aau.edu/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=6434> svobodnyi (data obrashcheniya: 10.09.2015).
19. Winning the Race to Educate Our Children. Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education in the 2012 Budget (White House Office of Science and Technology Policy). [Elektronnyi resurs]. URL: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/OSTP-fy12-STEM-fs.pdf> svobodnyi (data obrashcheniya: 25.08.2015).
20. Zuga K. National Science Foundation. STEM and Technology Education. [Elektronnyi resurs]. 2007. URL: [http://www.iteea.org/mbrsonly/Library/WhitePapers/STEM\(Zuga\).pdf](http://www.iteea.org/mbrsonly/Library/WhitePapers/STEM(Zuga).pdf) svobodnyi (data obrashcheniya: 18.09.2015).

Статья поступила в редакцию 4.12.2015 г.

¹V. N. Chemekov, ²D. A. Krylov

¹Supplementary School Teacher at Palace of Children and Youth, Yoshkar-Ola

²Mari State University, Yoshkar-Ola

STEM – NEW APPROACH TO ENGINEERING EDUCATION

The article considers such important issues as the improvement of engineering education, particularly, a new direction of STEM-education. The purpose of research is to analyze the nature and content of the STEM-education, to identify the main problems and contradictions, and to identify the main approaches to its development. These tasks have been solved with the help of complex theoretical methods, relevant subject matter and purpose. Theoretical and methodological basis of the study were systemic, competence and student-activity approaches. The study identifies a number of significant problems and contradictions in implementing STEM-education. The traditional education system does not fully meet the requirements and demands of education and training of the workforce of the XXIth century. There is a decrease of motivation for teaching STEM-subjects and career choices of this type. There is a low level of academic achievement in the disciplines of physics-mathematics, and the lack of ability to address the real problems that require knowledge and applications of STEM-disciplines. The article highlighted the complexity and diversity of STEM-education. Thus, to address issues related to the lack of STEM-literacy, a variety of programs to mind the direction and level of complexity are being developed. The study summarizes the main approaches to the development of these programs, and identifies three key factors in STEM education reform direction. It is noted that all the world's leading countries have published national reports containing recommendations for the implementation of the STEM-education reform, and are working on the development of curriculum K-12 STEM, as well as on the development of informal STEM-education programs.

Keywords: engineering education, STEM-education, STEM-subjects and approaches.