

DOI: 10.18721/JEST.230201

УДК 37.014.54

*А.И. Рудской, А.И. Боровков, П.И. Романов, К.Н. Киселёва*

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Российская Федерация

## **АНАЛИЗ ОПЫТА США И ВЕЛИКОБРИТАНИИ В РАЗВИТИИ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ**

Обеспечение экономики квалифицированными STEM-кадрами — ключевая задача систем образования технологически развитых стран. В основе STEM-образования лежит в числе прочего дореволюционный российский и советский опыт подготовки инженерных кадров. В технологически развитых странах мира разработаны образовательные стратегии, предполагающие развитие STEM-образования на всех уровнях, начиная с дошкольного. Проведенный в статье анализ опыта развития STEM-образования в США и Великобритании, возникающих проблем и намеченных путей их решения важно учесть при разработке стратегии развития инженерного образования в России.

НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ; ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ПОДГОТОВКА; STEM; СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.

*Ссылка при цитировании:*

А.И. Рудской, А.И. Боровков, П.И. Романов, К.Н. Киселёва. Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2017. Т. 23. № 2. С. 7–16. DOI: 10.18721/JEST.230201

*A.I. Rudskoy, A.I. Borovkov, P.I. Romanov, K.N. Kiseleva*

Peter the Great St. Petersburg polytechnic university, Saint-Peterburg, Russian Federation

## **ANALYSIS OF US AND UK EXPERIENCE IN THE DEVELOPMENT OF STEM-EDUCATION**

Providing the economy with qualified STEM professionals is a key task of education in technologically developed countries. The basis of STEM education is the experience of pre-revolutionary and Soviet Russia in engineering training. In developed countries, educational strategies involve the development of STEM education. The analysis of the experience of STEM education in the United States of America and Great Britain, of the arising problems and ways of solving them are important to consider in Russia.

CONTINUING EDUCATION; NATURAL-SCIENTIFIC TRAINING; STEM; DEVELOPMENT STRATEGY OF ENGINEERING EDUCATION.

*Citation:*

A.I. Rudskoy, A.I. Borovkov, P.I. Romanov, K.N. Kiseleva, Analysis of US and UK experience in the development of STEM-education, Peter the Great St. Petersburg polytechnic university journal of engineering sciences and technology, 23 (02) (2017) 7–16, DOI: 10.18721/JEST.230201

Термин STEM (S — наука (science), T — технологии (technology), E — инженерное дело (engineering), M — математика (mathematics)) используют в США и других западных странах

для обозначения естественнонаучной и технической областей знания.

Активное развитие STEM-образования в США началось после запуска советского

спутника в 1957 году, известие о запуске которого вызвало в Америке шок и резкий подъем интереса к советской науке. В это время наш бывший соотечественник С.П. Тимошенко был направлен президентом Д. Кеннеди в СССР, чтобы разобраться, почему так произошло, в чем причина технологического отставания США. С позиций человека, в течение пятидесяти с лишним лет непрерывно преподававшего в учебных заведениях, С.П. Тимошенко сравнивает системы образования, с одной стороны, России дореволюционной и послереволюционной, а с другой, — США, будучи одним из немногих людей, знавших эти системы не понаслышке [1]. В России С.П. Тимошенко в разное время работал в Петроградском политехническом институте Петра Великого, Киевском политехническом институте, Петербургском институте путей сообщения, Электротехническом институте. О его вкладе в развитие высшего инженерного образования в России и США можно судить, например, на основе следующих фактов: в 1916 году в Петроградском политехническом институте Петра Великого А.Ф. Иоффе и С.П. Тимошенко составили проект нового физико-механического факультета, заложивший основу всемирно известной системы подготовки элитных инженерных кадров — «Физмех-Физтех»; в 1917 году С.П. Тимошенко принял участие в организации Украинской академии наук под руководством В.И. Вернадского и стал одним из первых ее академиков; в 1957 году Американское общество инженеров-механиков учредило медаль имени С.П. Тимошенко (при его жизни), и первым награжденным этой медалью стал сам С.П. Тимошенко.

В мемуарах, написанных по итогам поездки в СССР, С.П. Тимошенко отмечает, что после многих изменений, произошедших в течение революционных лет, в середине 1930-х годов в России общая организация школ и методов преподавания была очень похожа на ту, что имела место в дореволюционные годы. Традиционная система образования была восстановлена. Программы требовали от учеников концентрированной и серьезной работы и давали хорошо сбалансированное количество знаний в таких областях, как математика, естественные науки и языки. Учебный план был аналогичен плану реальных училищ в дореволюционное время.

В целом каждый ученик средней школы посвящал примерно одну треть своего учебного времени на изучение математики и естественных наук.

С.П. Тимошенко обращает внимание на то, что примерно в 23 % «public schools» в США в 1954 году ни физика, ни математика не преподавались вовсе. Более того, только один из пяти американских учеников в школах изучал физику и только 13 процентов — тригонометрию и стереометрию. Для подготовки инженеров-исследователей в Америке делалось очень мало. Существовало несколько инженерных школ, в которых эта подготовка велась на последипломной ступени, но число студентов, принимавших участие в этой подготовке, было незначительным по сравнению с числом таких студентов в России. Было несколько причин для такой неблагоприятной ситуации. Часто американские школы не имели ресурсов для того, чтобы обеспечить научным работникам возможность целиком посвятить себя научно-исследовательской работе и руководить молодыми научными сотрудниками. Научная работа обычно финансировалась некоторыми государственными учреждениями или частными предприятиями, и научный работник должен был найти предмет своих исследований, представляющий интерес для этого учреждения или отрасли промышленности. Такой порядок не способствовал непрерывности работы и стабильности положения ученого. Другая и, возможно, более важная причина заключалась в недостаточном интересе американских инженеров к научной деятельности, а также в малом числе квалифицированных людей для руководства научной работой. В тех инженерных школах, где проводились научные исследования в области современной механики, большинство преподавателей, которые руководили выпускниками, получили европейское образование.

Академическая и научная деятельность не имела в Америке того престижа, что в России, и лучшие представители талантливой молодежи обычно не выбирали для себя научной карьеры. Эта ситуация могла быть исправлена путем развития усиленной подготовки по математике и естественным наукам в средней школе и интенсификации фундаментальной подготовки в университетах. Будущее инженерного дела

неизбежно все более и более тесно связывалось с развитием чистой науки. Вспоминая годы Второй мировой войны, С.П. Тимошенко констатировал, что «война ясно показала всю отсталость Америки в деле организации инженерного образования». И только энергичные действия правительства США, выделившего средства для расширения исследовательской деятельности, подготовки докторов в области технических наук, развитие STEM-образования в последующие годы позволили исправить эту ситуацию. Через полтора десятка лет после поездки в СССР ученый писал: «Обдумывая причину наших достижений в Америке, я прихожу к заключению, что немалую долю в этом деле сыграло образование, которое нам дали русские высшие инженерные школы» [2].

Таким образом, можно констатировать, что в основе STEM-образования в США лежит в числе прочего дореволюционный российский и советский опыт подготовки инженерных кадров начиная со школьной скамьи. В настоящее время в технологически развитых странах мира разработаны образовательные стратегии, предполагающие развитие STEM-образования и включающие различные специализированные программы для разных уровней образования начиная с дошкольного. США, Великобритания, Китай, Австралия, Корея, Тайвань разрабатывают учебную программу под названием K-12 STEM (образование от детского сада до 12 класса школы), проектируемую как набор интегративных междисциплинарных подходов к каждой из STEM-дисциплин. Организация STEM-образования в США и Великобритании имеет много общего, но различается в деталях. Опыт развития STEM-образования в США и Великобритании, возникающие проблемы и намеченные пути их решения важно учесть при разработке стратегии развития инженерного образования в России.

#### **Анализ опыта США в развитии STEM-образования**

Проблемами подготовки STEM-кадров в США занимаются на различных уровнях, в том числе федеральном. В соответствии с Законом «О координации действий в области STEM-образования» (STEM Education Coordination Act of 2009) создан Комитет при Научно-техно-

логическом совете (National Science and Technology Council) (далее — Комитет) для координации федеральных программ и мероприятий в области поддержки STEM-образования, в числе которых программы Департамента энергетики, STEM-программы NASA, программы Национальной администрации океанических и атмосферных исследований, программы Департамента образования и других федеральных агентств. К полномочиям Комитета относятся [3]:

- координация действий федеральных агентств в сфере STEM-образования;

- разработка, внедрение и обновление каждые 5 лет политики в области STEM-образования (краткосрочные и долгосрочные цели, определение единых методов измерения достигнутых результатов и т. д.);

- подходы к оценке эффективности программ и мероприятий, а также влияние конкретных агентств на программы и мероприятия, предназначенные для достижения перечисленных целей;

- создание и обновление списка федеральных программ в области STEM-образования, ведение документации по оценке эффективности подобных программ и мероприятий.

Комиссия по науке, инженерному делу и общественной политике Академии наук США также разработала список мероприятий, необходимых для развития STEM-образования. Наиболее важные из них предусматривают:

- увеличение потенциала обучающихся за счет повышения качества дошкольного и школьного математического образования в рамках программы K-12;

- повышение квалификации учителей с помощью их дополнительного обучения в области математики и технологий;

- увеличение потока абитуриентов, подготовленных к поступлению в колледжи и вузы для получения STEM-образования.

В США существуют и негосударственные организации, координирующие деятельность, связанную со STEM, например Объединение в области STEM-образования (STEM Education Coalition). Это объединение включает в себя более тысячи организаций. Оно ставит перед собой задачу обеспечения качественного STEM-образования на всех этапах образовательного

процесса, начиная от детского сада, и возможности получения образования в течение всей жизни. Отмечается, что на каждом этапе образовательного процесса делается важный вклад в конечный результат — в качество STEM-подготовки. Например, если ребенка обучить основам математики к 5 годам, то он с большей вероятностью получит доступ к высшему образованию и другим формам профессионального развития [3].

STEM Education Coalition рекомендует обеспечить:

- учет успеваемости студентов в области STEM-образования;

- поддержку эффективного профессионального развития и подготовки STEM-педагогов;

- увеличение потенциала STEM-кадров, в том числе за счет привлечения в сферу STEM-образования малочисленных в этой области групп людей (женщины, представители национальных меньшинств, жители провинции и т. д.);

- стимулирование талантливых и эффективных STEM-педагогов;

- совместные межгосударственные усилия, направленные на стимулирование деятельности высококласных образовательных организаций и реализацию стандартов в STEM-образовании;

- использование в федеральных государственных программах термина «STEM-образование» в полном объеме, не ограничиваясь только математикой, но также включая инженерные технологии и науки, учитывающие потребности STEM-области;

- использование конкуренции и финансовых механизмов стимулирования в образовательной инновационной деятельности;

- создание программ и учебных планов, предусматривающих аудиторные и внешкольные занятия, совместные учебные и летние программы;

- создание инновационной научно-исследовательской базы в преподавании, обучении и разработке учебных материалов;

- увеличение потенциала колледжей для подготовки студентов к продолжению STEM-образования;

- взаимодействие студентов со STEM-специалистами в рамках стажировок и практик;

- согласованность программы K-12 и высшей школы с учетом потребностей в STEM-кадрах;

вовлечение представителей бизнеса и промышленности в STEM-образование на разных уровнях [3, 4].

В США особая роль отводится двухлетнему высшему образованию в STEM-области, получаемому в муниципальных колледжах. Связано это с прогнозом, согласно которому в ближайшие годы потребность в выпускниках с дипломами младшего специалиста будет расти в два раза быстрее потребности в специалистах, не получивших образование в колледже.

Для эффективности двухлетнего высшего образования требуются:

- обеспеченность научно-педагогического состава методической базой для качественного обучения студентов в сжатые сроки (предложение учебных программ и методик, обеспечение кадрами и т. д.);

- потребность частного сектора в специалистах в области новых, перспективных технологий (наличие спроса на выпускников);

- подготовка учащихся, ориентированных на последующее двухлетнее обучение по интенсивным программам университетов;

- мотивация выпускников колледжей на продолжение образования в сочетании с практическим применением уже полученных знаний и навыков.

В США большое внимание уделяется взаимосвязи школ и университетов. За последние пятьдесят лет были созданы разнообразные способы их взаимодействия (прежде всего речь идет об исследовательских университетах). При проведении оценки заявок на финансирование исследовательских проектов, поступающих от университетов, учитывается наличие в проектах предложений по использованию результатов исследований, направленных на усиление связей с системой K-12 (так называемый критерий «эффект охвата» (от англ. «outreach effect»)).

В рамках Национальной нанотехнологической инициативы выбраны шесть ведущих исследовательских университетов для создания Национальных научных центров наноинженерии: при Университете Райс (Rice University), Университете Корнуэлл (Cornell University), Колумбийском университете (Columbia University), Гарвардском университете (Harvard University), Северо-Западном университете (Northwestern

University) и Политехническом университете Ренсселера (Rensselaer Polytechnic Institute). Эти вузы устанавливают связи со школами, помогая им вводить в образовательный цикл новые STEM-дисциплины, готовя талантливых школьников для продолжения образования в университете с целью дальнейшей научно-исследовательской работы. Школьникам дается возможность изучать физику, химию, основы наноинженерии, в том числе в форме электронного обучения, знакомиться с лабораторными исследованиями университетов.

В рамках этой работы взаимодействуют несколько категорий участников:

- ученые-исследователи, которым зачастую непросто разработать материалы, доступные для понимания школьников;

- факультеты университетов, отвечающие за организацию инновационных методов обучения школьников;

- школы, обеспечивающие сбалансированное обучение по всем необходимым дисциплинам в сочетании с дополнительными предметами по нанотехнологиям.

В работе Национального нанотехнологического управления (National Nanotechnology Coordinating Office — NNCO) и NSEC учитываются следующие рекомендации:

- усиление взаимодействия с лицами, ответственными за разработку новых национальных стандартов и учебных планов школ с учетом STEM-дисциплин, оказание им содействия на общенациональном уровне;

- разработка стандартов в области нанотехнологий для их использования при разработке новых учебных планов системы K-12; распространение этих стандартов между шестью университетскими центрами для обеспечения их работы в рамках единой логики при одновременном сохранении творческого разнообразия, присущего каждому из университетов;

- разработка курсов по нанодисциплинам для учителей системы K-12 и для школьников;

- представление разработанных стандартов и курсов финансирующим организациям и органам государственной власти;

- работа с департаментами подготовки школьных учителей и соответствующими структурами университетов с целью подготовки квалифицированных учителей системы K-12.

Эти меры позволяют увеличить эффективность деятельности исследовательских университетов и школ, раньше и больше привлекая молодежь к исследовательской работе в соответствии с потребностями новой экономики, активно вовлекая корпорации и государственные исследовательские структуры в процессы наращивания фундаментально-прикладных работ в сфере новейших инновационных технологий.

Школы и университеты США предлагают разнообразные формы и методы сотрудничества в области STEM-образования: активно работают ассоциации школьных правлений, ассоциации школьных комитетов, регулярно организующие конференции, в рамках которых обсуждаются актуальные вопросы STEM-образования, например:

- поддержание высокого качества учебных планов;

- разработка и реализация учебных программ на нескольких языках;

- развитие программ академических и научных достижений;

- включение внеклассного обучения в расписание средних и старших классов;

- выполнение стандартов технологического оснащения обучения.

NSEC совместно с университетами обеспечивает реализацию различных форм взаимодействия со школами. Программы университетов предусматривают разные направления деятельности. Например, в Гарварде каждую пятницу 30–40 школьников и 3–4 учителя в течение одного дня обучаются по программе, похожей на студенческую (с лекциями, обедом, послеобеденными лекциями, лабораторными работами и семинарами). В программах, позволяющих школьникам знакомиться с университетской жизнью еще в школе, задействованы преподаватели и студенты университета. Наряду с этим при университете действует программа переподготовки учителей, в рамках которой они работают вместе с профессорами и аспирантами университета над научными проектами. Эта программа рассчитана на 4–6 летних недель, а появившиеся контакты и связи поддерживаются и дальше в течение учебного года. Помимо этого, студенты-старшекурсники приходят в школы и работают с учителями, а учителя,

в свою очередь, приводят старшеклассников в лаборатории Гарварда, например в те, где есть современные микроскопы для нанопрезентаций и опытов. Для школьников организуются курсы лекций. Ведущие преподаватели помогают школьникам выбрать тему научных исследований и развиваться в этом направлении уже со школьной скамьи.

В Музее наук г. Бостона работает служба вопросов-ответов, есть возможность получить копии лучших лекций по интернету.

В Колумбийском университете (Columbia University) существует двухлетняя программа подготовки учителей (в летнее время и в течение учебного года), программы по научной ориентации школьников, в которых задействованы аспиранты и старшекурсники.

В Университете Северо-Запада (Northwestern University) действует программа привлечения людей разных возрастов к нанотематике. С этой целью реализуются следующие долгосрочные проекты:

- программа исследований для учителей (совместно с другими вузами США), рассчитанная на двухлетнее обучение с использованием летних месяцев;

- сотрудничество с Музеем науки и промышленности г. Чикаго, предполагающее использование специальной экспозиции с чтением лекций и консультациями;

- программы для старшеклассников (исследовательские, летние девятинедельные);

- модульная программа, рассчитанная на профессиональную ориентацию старшеклассников и отличающаяся прикладными аспектами подготовки специалистов.

Другие университеты также предлагают курсы для системы К-12, в частности в области нано- и биоинженерии. Предполагается, что знания в области нанотехнологий вскоре будут так же важны, как сейчас знания о полимерных материалах. Подобные курсы рассчитаны на 2–3 года; в итоге к окончанию школы учащиеся получат системные знания и значительный опыт в проведении исследований [3].

Главное институциональное новшество — рекомендация по развитию математических школ. Сейчас в США примерно 100 математических школ. Практика показывает, что эти школы являются мощным средством подготовки

выпускников с глубокими знаниями и большим интересом к точным наукам, что дает возможность пройти обучение в колледжах и получить специальность в разных областях науки на более высоком уровне. Развитие математических школ — направление, доказавшее свою эффективность в подготовке ученых и инженеров.

В связи с этим Конгрессу США было рекомендовано ежегодно в течение пяти лет инвестировать 180 млн долларов в создание и развитие таких специализированных школ, причем в формировании этих средств должны быть задействованы штаты, муниципальные школьные округа, а также местная промышленность [4, 5].

### **Анализ опыта Великобритании в развитии STEM-образования**

В Великобритании, в отличие от США, отсутствует централизованная государственная координация в сфере STEM-образования. Тем не менее можно выделить две ключевые организации, которые осуществляют координацию в области развития STEM-образования, хотя взаимодействие с ними является добровольным. Одна из этих организаций — STEMNET — крупнейший координатор взаимодействия в рамках STEM-деятельности в Великобритании. Она обеспечивает реализацию трех основных национальных школьных программ [6]:

- *STEM Ambassadors* — создание сети из более чем 27 000 участников, которые на добровольных началах находят время для поддержки и продвижения STEM-предметов (возраст людей варьирует от 18 до 70 лет, при этом почти 60 % из них моложе 35 лет);

- *STEM Clubs Programme* — обеспечение поддержки школам, которая направлена на создание и организацию математических секций и кружков;

- *Schools STEM Advisory Network* — обеспечение консультаций и взаимодействия, направленных на увеличение STEM-дисциплин в учебных планах школ.

Вторая организация — EngineeringUK — обеспечивает реализацию Программы инженеров будущего за счет поддержки ряда организаций, в том числе Королевской инженерной академии. Программа инженеров будущего направлена на координацию деятельности, способствующей инженерной карьере студентов. Основной упор

делается на прямое взаимодействие с работодателями, при этом EngineeringUK работает и с другими организациями, такими, как Smallpiece Trust, EDT и Young Engineers [6].

В Великобритании существует несколько путей профессионального развития в STEM-области. Первая категория студентов выбирает академический путь, получая высшее образование, например степень бакалавра. Вторая категория студентов предпочитают практико-ориентированный путь, обучаясь в учебном заведении по очной форме, но обеспечивающей прикладной подход к обучению. Третья категория студентов обучается во время работы.

Различные способы вхождения молодых специалистов в STEM-область позволяют принимать решения и осуществлять выбор инженерных профессий, соответствующих их потребностям в обучении. Однако существует ряд проблем. Рассмотрим их.

**Ранняя специализация.** Одна из ключевых особенностей образования в Великобритании — ранняя специализация. Учащиеся уже в 14 лет обязаны принять решение о том, по каким предметам сдавать экзамены для получения сертификата о среднем образовании и для выбора профессиональной квалификации. Проблема состоит в том, что некоторые школы для получения более высоких результатов ориентируют учащихся на очень узкий перечень предметов. В результате студенты могут упустить возможность изучить разделы и темы, которые позволят им в будущем развиваться в инженерных областях. В 16 лет учащиеся принимают окончательное решение по перечню предметов, которые заложат базу для их выбора профессии, будущего профессионального роста и карьеры. Во многих случаях выбор гуманитарных наук ограничивает в будущем возможность реализации себя в STEM-области. Это особенно актуально в инженерных и физических науках, где изучение математики и физики до 18 лет становится предпосылкой для получения в будущем университетского диплома.

В 2014 году Королевское общество изложило свое видение системы образования, предложив, чтобы все учащиеся изучали математику и точные науки до 18 лет, делая акцент на разработке новых курсов в STEM-области для учащихся старше 16 лет в целях привлечения тех из них,

кто изучает гуманитарные науки, и ориентируясь тем самым на меняющиеся потребности работодателей.

**Низкий статус неакадемических путей построения карьеры.** В Великобритании сформировался общественный стереотип, согласно которому профессиональные траектории обучения менее ценны, нежели академические. Это привело к снижению статуса технических специалистов в целом ряде отраслей промышленности, неизбежности старения рабочих кадров, ожидаемой нехватке специалистов в будущем и отсутствию инвестиций в образование.

Для решения этой проблемы делается ставка на создание новых программ обучения, предусматривающих ориентацию учащихся на подготовку к получению высшего и послевузовского образования. При этом важно, чтобы количество учащихся не привело к снижению качества их подготовки.

**Система оценки деятельности школ и колледжей.** На разных этапах обучения от учащихся требуют достаточно высоких оценок. Если учащиеся не показывают на выпускных экзаменах результатов нужного уровня, это негативно отражается на показателях деятельности образовательной организации, что влечет за собой сокращение финансирования школы или колледжа. Поэтому, наряду с отсутствием стимулов, есть множество сдерживающих факторов для школ и колледжей в продвижении и развитии STEM-дисциплин, несмотря на высокий спрос со стороны работодателей и правительства на квалифицированные инженерные кадры.

В отчете Королевской инженерной академии за 2016 год выделяются следующие задачи по развитию STEM-образования в Великобритании:

**Формирование общественного мнения об инженерном образовании.** Несмотря на то, что предпринимаются попытки поднять статус STEM-образования в глазах молодежи, мало что делается для изменения общественного мнения о технических и инженерных профессиях в национальных масштабах. А это крайне важно, поскольку мнение общества, особенно родителей, близких родственников и учителей, оказывает большое влияние на молодых людей. Политики и общественные деятели также играют важную роль в формировании общественного

мнения. Для решения этой проблемы в Королевской инженерной академии начали работу над реализацией национальной кампании по правильному позиционированию инженерного образования в общественном сознании и улучшению отношения молодых людей к инженерной карьере.

**Поддержка учителей и преподавателей в STEM-области.** Влияние учителей и преподавателей на ситуацию в STEM-области часто недооценивают, а они каждый год взаимодействуют с сотнями школьников и студентов и способны напрямую влиять на образование в школе и вузе, а значит, на систему образования в целом.

**Поддержка STEM в начальной школе.** Отношение детей к STEM-предметам формируется еще в начальной школе. При этом, как правило, усилия школ сосредоточены на учащих средних и старших классов, так как именно в этот момент принимаются решения, связанные с дальнейшей профессиональной деятельностью. В начальных же школах — меньшее количество преподавателей, имеющих специальные знания в STEM-области, поэтому именно в начальной школе существует необходимость развивать у детей интерес и закладывать основу для изучения STEM-предметов в будущем.

**Совершенствование преподавания и обучения в области дополнительного образования.** Важное место отводится преподаванию и обучению STEM-дисциплинам в рамках дополнительного образования, которое вносит значительный вклад в развитие STEM-области в целом. Между тем на протяжении многих лет этот образовательный сектор имеет значительное недофинансирование по сравнению со школами и колледжами, что заметно влияет на качество дополнительного образования и на его способность соответствовать темпам изменений в STEM-отрасли. В связи с этим существует значительная потребность в развитии и совершенствовании преподавания STEM-дисциплин в рамках дополнительного образования.

**Расширение доступа к STEM-образованию для групп людей, мало представленных в STEM-области (женщины, лица с ограниченными возможностями, национальные меньшинства).** Существует целый ряд программ, направленных на поддержку и поощрение обучения девочек

в STEM-областях. В дополнительной поддержке нуждаются и студенты с ограниченными возможностями (каждый шестой человек в Великобритании — инвалид той или иной степени); это источник потенциальных кадров, о котором работодатели часто забывают.

**Развитие инновационных методов преподавания и привлечение работодателей к взаимодействию с высшими учебными заведениями.** Значительное число студентов, которые обучаются по инженерным специальностям, в дальнейшем отказываются от инженерной карьеры. Повышение взаимодействия работодателей и вузов позволяет разрабатывать инновационные педагогические практики, где студенты получают практико-ориентированное образование, что позволяет снизить количество выпускников, выбирающих не инженерную карьеру.

**Взаимодействие с работодателями.** Программа «Инженеры будущего» направлена на то, чтобы обеспечить более активное участие работодателей в STEM-образовании.

**Предоставление более точной информации об инженерной карьере.** Несмотря на проведение мероприятий в школах и колледжах и деятельность работодателей, в молодежной среде существует значительная неопределенность по построению успешной инженерной карьеры. Шестнадцатилетним школьникам достаточно сложно принимать решения, определяя дальнейшую специализацию, профессиональные предметы, уровень образования и т. д. Дополнительной проблемой для выпускников становится вопрос трудоустройства после окончания вуза.

В связи с этим существует необходимость формирования системы, позволяющей молодежи получать рекомендации по выбору возможных путей профессионального развития, лучше пониманию ожиданий работодателей, получению опыта работы в промышленной среде, приобретению особых личных качеств и профессиональных навыков.

С целью поддержки методик преподавания STEM-дисциплин и управления ими создается единая интернет-площадка для поиска ресурсов и материалов, необходимых для преподавания, а также для размещения в интернете информации об Инженерной образовательной исследовательской сети [6].



### Выводы

На развитие STEM-образования в США и Великобритании значительное влияние оказал дореволюционный российский и советский опыт.

В США имеется система государственных и негосударственных организаций и объединений (Комитет при Научно-технологическом совете, Комиссия по науке, инженерному делу и общественной политике Академии наук США, Объединение в области STEM-образования и пр.), координирующих деятельность по развитию STEM-образования. В США эта деятельность осуществляется в соответствии с Законом «О координации действий в области STEM-образования». В Великобритании также существует система по координации в области развития STEM-образования, но основу этой системы составляют негосударственные организации.

Отношение детей к STEM-предметам формируется еще в начальной школе, поэтому именно в начальной школе существует необходимость развивать у детей интерес и закладывать основу для изучения STEM-предметов в будущем.

В обеих странах большое внимание уделяется системе STEM-образования с детского сада до окончания школы, спроектированной как набор интегративных междисциплинарных подходов к каждой из STEM-дисциплин. В рамках этой системы большое внимание обращено на

взаимосвязь школ и исследовательских университетов. Формы взаимодействия ведущих университетов со школами различны, при этом внимание уделяется подготовке не только школьников, но и их учителей.

В Великобритании признана необходимость изменения общественного мнения о технических и инженерных профессиях в национальных масштабах. Мнение общества, особенно родителей, близких родственников и учителей, оказывает большое влияние на молодых людей. Политики и общественные деятели также играют важную роль в формировании общественного мнения. Для решения этой проблемы разрабатывается и запускается национальная кампания по нужному позиционированию инженерного образования в общественном сознании и улучшению отношения молодых людей к инженерной карьере.

В Великобритании на национальном уровне осознана проблема, возникшая при развитии STEM-образования и связанная с системой оценки деятельности школ. Некоторые школы для получения более высоких результатов (и более высокого финансирования) ориентируют учащихся на очень узкий перечень предметов (прежде всего гуманитарных), более легких в изучении. В результате школьники упускают возможность сформировать фундаментальную базу для дальнейшего своего развития в инженерных областях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимошенко С.П. Инженерное образование в России / Пер. с англ. В.И. Иванова-Дятлова; под ред. Н.Н. Шапошникова, предисловие В.Н. Луканина. Люберцы: ПИК ВИНТИ, 1997. 84 с.

2. Тимошенко С.П. Воспоминания. Париж: Издание Объединения С.Петербургских политехников, 1963. 424 с.

3. Statement of Core Policy Principles 2012. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2012/04/Note-STEM-Education-Coalition-Core-Principles-2012.pdf>. — Заглавие с экрана. (Дата обращения: 25.11.2016 г.).

4. The Case for STEM Education as a National Priority: Good Jobs and American Competitiveness. Updated June 2013. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2013/10/Fact-Sheet-STEM-Education-Good>

[Jobs-and-American-Competitiveness-June-2013.pdf](#). Заглавие с экрана. (Дата обращения: 25.11.2016 г.).

5. Report to the President. Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.afterschoolalliance.org/documents/pcast-stemed-report.pdf>. Заглавие с экрана. (Дата обращения: 25.11.2016 г.).

6. Supporting Scotland's STEM education and culture. 2012. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gov.scot/resource/0038/00388616.pdf>. Заглавие с экрана. (Дата обращения: 25.11.2016 г.).

7. The UK STEM Education Landscape. A report for the Lloyd's Register Foundation from the Royal Academy of Engineering Education and Skills Committee. 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/uk-stem-education-landscape>. Заглавие с экрана. (Дата обращения: 25.11.2016 г.).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**РУДСКОЙ Андрей Иванович** — доктор технических наук ректор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, академик РАН. 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. E-mail: rector@spbstu.ru

**БОРОВКОВ Алексей Иванович** — кандидат технических наук проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. E-mail: vicerektor.ap@spbstu.ru

**РОМАНОВ Павел Иванович** — доктор технических наук директор НМЦ КС федеральных УМО «Инженерное дело» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. E-mail: pavelromanov-umo@yandex.ru

**КИСЕЛЁВА Клавдия Николаевна** — кандидат экономических наук ведущий специалист НМЦ КС федеральных УМО «Инженерное дело» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29. E-mail: \_knk\_@mail.ru

## REFERENCES

1. **Timoshenko S.P.** Inzhenernoye obrazovaniye v Rossii / Per. s ang. V.I. Ivanova-Dyatlova; pod red. N.N. Shaposhnikova, predisloviye V.N. Lukanina. Lyubertsy: PIK VINITI, 1997. 84 s. (rus.)
2. **Timoshenko S.P.** Vospominaniya. Parizh: Izdaniye Obyedineniya S.Peterburgskikh politekhnikov, 1963. 424 s. (rus.)
3. Statement of Core Policy Principles 2012. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://www.stemed-coalition.org/wp-content/uploads/2012/04/Note-STEM-Education-Coalition-Core-Principles-2012.pdf>. — Zaglaviye s ekrana. — (Data obrashcheniya: 25.11.2016 g.).
4. The Case for STEM Education as a National Priority: Good Jobs and American Competitiveness. Updated June 2013. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2013/10/Fact-Sheet-STEM-Education-Good-Jobs-and-American-Competitiveness-June-2013.pdf>. — Zaglaviye s ekrana. — (Data obrashcheniya: 25.11.2016 g.).
5. Report to the President. Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://www.afterschoolalliance.org/documents/pcast-stemed-report.pdf>. — Zaglaviye s ekrana. — (Data obrashcheniya: 25.11.2016 g.).
6. Supporting Scotland's STEM education and culture. 2012. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://www.gov.scot/resource/0038/00388616.pdf>. — Zaglaviye s ekrana. — (Data obrashcheniya: 25.11.2016 g.).
7. The UK STEM Education Landscape. A report for the Lloyd's Register Foundation from the Royal Academy of Engineering Education and Skills Committee. 2016. [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/uk-stem-education-landscape>. — Zaglaviye s ekrana. — (Data obrashcheniya: 25.11.2016 g.).

## AUTHORS

**RUDSKOY Andrei I.** — Peter the Great St. Petersburg polytechnic university. 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia. E-mail: rector@spbstu.ru

**BOROVKOV Aleksei I.** — Peter the Great St. Petersburg polytechnic university. 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia. E-mail: vicerektor.ap@spbstu.ru

**ROMANOV Pavel I.** — Peter the Great St. Petersburg polytechnic university. 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia. E-mail: pavelromanov-umo@yandex.ru

**KISELEVA Klavdiia N.** — Peter the Great St. Petersburg polytechnic university. Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia. E-mail: \_knk\_@mail.ru

**Дата поступления статьи в редакцию: 16.05.2017.**