ВНЕДРЕНИЕ STEM ОБРАЗОВАНИЯ: ЗАРУБЕЖНЫЕ ПРАКТИКИ

© Л. М. Мусина¹, М. М. Салтуганова², Л. А. Коровникова³ В. А. Полшкова⁴,

¹ Национальная библиотека им. А.-З. Валиди Республики Башкортостан, Уфа, Россия

² МБОУ «Школа № 2», Муравленко, Россия

³ МБОУ «Школа № 41», Нижний Новгород, Россия

⁴ МБОУ «Средняя школа с. п. Селекционной станции» Кстовский район,
Нижегородская область, Россия

Цифровизация экономики, стремительное развитие технологий, изменения на рынке труда и требования к подготовке кадров ведут к тому, что в будущем самыми востребованными станут профессии, связанные с высокими технологиями: IT-специалисты, инженеры big data, программисты.

Перед профессиональным и академическим сообществами стоит задача обновления содержания программ общего образования. Основные образовательные программы в части предметного содержания требуют усовершенствования. Для обновления содержания общего образования необходимо использовать не только передовые инновационные российские практики, но и результативный зарубежный опыт.

Приведенный в статье анализ зарубежного опыта и практик показывает возрастающие темпы обновления предметного содержания с применением STEAM-подхода, ориентированного на применение проектного обучения и освоение цифровых технологий, опираясь на развитие метапредметных навыков.

Ключевые слова: STEM, подход, образование, карьера, профессия, школа, учебный предмет, практика, обучение, учащиеся.

В условиях глобализации и повсеместной интеграции ведущим становится развитие навыков, необходимых для профессий будущего, связанных с новыми технологиями, такими как искусственный интеллект, био- и нанотехнологии, машинное обучение (биоинженер, биотехнолог, инженер-генетик, 3D-проектировщик и др.).

По данным «LEGO Foundation», 65% сегодняшних учащихся начальной школы будут работать по специальностям, которые возникнут в будущем. В настоящее время в школе необходимо создать такую образовательную среду, в которой учащиеся смогут применять полученные знания и научные методы на практике.

Необходим подход, включающий интеграцию и междисциплинарность учебных предметов. В мире такой подход получил название STEM. За последние годы STEM-подход стал чаще применяться в Российских школах, а за

рубежом вошел в международные образовательные программы.

Отметим многогранность и сложность самого понятия. Термин «STEM» обычно используют при определении методологии в области образования или интеграции нескольких дисциплин в единую схему обучения. В образовании выделяют различные подходы в уточнении понятий: первый подход рассматривает понятие «STEM» как интеграцию естественных наук (Science), технологии (Technology), инжиниринга (Engineering) и математики (Mathematics); второй подход – добавляется Art (искусство) и возникает понятие «STEAM»; третий подход – «STREAM», когда в состав понятия входит Research (исследование) [8].

Российская система образования реагирует на данный вызов: за последние годы появилось большое количество кружков робототехники, 3D-моделирования, построены кванториумы. Внедрение STEM-подходов в образо-

вание позволит сформировать у выпускников компетенции, удовлетворяющие потребности российского рынка. В связи с этим внедрение STEM-подходов в образовательную систему России необходимо.

С начала XXI века STEM становится приоритетным подходом национальной образовательной политики в Канаде, США, Сингапуре, Китае, Финляндии и Японии. Данный подход позволяет комбинировать STEM/ STEAM-обучение с такими трендами, как BYOD, перевернутый класс, геймификация, устанавливать межпредметные связи и применять полученные знания на практике, осуществлять проектную и исследовательскую деятельность. Страны, реализующие STEM-подход на уровне государственной политики, занимают лидерские позиции по результатам международных исследований TIMSS и PISA по математике и естественнонаучному направлению, выходят на новый уровень рынка труда.

Образовательные стратегии зарубежных стран содержат решения внедрения STEM-подхода на всех уровнях образования и включают в себя специально разработанные программы. Так, например, в США, Великобритании и Австралии рекомендации по реализации STEM-образования зафиксированы в национальных докладах. Во многих странах (США, Англия, Австралия, Китай и Корея) в основе образовательных программ лежит междисциплинарный подход (K-12 STEM) [2]. Основная цель данных учебных программ – влияние на осознанный выбор учащимися профессии и дальнейшей карьеры. Во Франции, Японии и странах Южной Африки большее внимание уделяется внедрению STEM-программ по различным направлениям в рамках проведения конкурсов, организации летних лагерей, различных внешкольных мероприятий, направленных на развитие интереса к STEM-профессиям.

Как отмечалось ранее, в США, Великобритании, Канаде STEM-подход в образовании является приоритетом национальной образовательной политики. Так, в США в 2007 году был принят закон America COMPETES Act, который был продлен в 2010 году и подтвердил заинтересованность государства в подготовке

будущих STEM-специалистов [11].

В 2013 г. и в 2018 г. были приняты Стратегические планы по развитию STEM-образования в США (принимаются каждые пять лет с 2013 года). Политика в области STEM-образования предполагает подготовку кадров для высокотехнологичной отрасли и развитие STEM-грамотности для всех. Соответственно, в американских школах STEM-предметы включены в программы начальной школы, а в старшей школе программа STEM-обучения осуществляется во взаимодействии с университетами и бизнесом. По данным исследования STEM School Study, STEM-школы в США характеризуются признаками:

- 1) персонализация обучения;
- 2) проектное обучение с акцентом на решение проблем (Problem-solving learning);
- 3) развитие технологических, карьерных и социальных навыков;
- 4) обучение, нацеленное на решение проблем местного характера (rigorous learning);
- 5) обучение в команде (групповой учебный процесс), нацеленное на развитие школьного сообщества и принадлежности к нему; кооперация, развитие горизонтальных связей с внешним сообществом [10].

В декабре 2018 года в США был опубликован документ «Путь к успеху: американская стратегия STEM-образования», в котором отражены шаги совершенствования преподавания в американских школах естественнонаучных дисциплин, необходимость продолжать научно-технические инновации [4].

По данным Национального научного совета, за два последних десятилетия базовые навыки американцев в области STEM улучшились (по результатам PISA 2006-2015 гг. американские школьники по естественнонаучной грамотности занимают места чуть выше среднего международного уровня).

Обращаясь к практике выбранной школы Thomas Jefferson High School for Science and Technology (TJHSST, США), отметим, что данная школа была создана в партнерстве с государственными школами округа Фэрфакс и бизнеса с целью повышения качества образования в области науки, математики и технологии. Эта уникальная государственная школа округа

Фэрфакс предлагает комплексную программу в области науки, математики и технологии. Основные навыки, которые получают учащиеся школы, – это критическое мышление, навыки решения проблем, интеллектуальная любознательность и социальная ответственность. Как региональная муниципальная школа науки и техники в Северной Вирджинии, школа принимает на обучение детей из пяти школьных округов. С момента своего первого выпускного класса в 1985 году студенческие исследования сыграли важную роль в обучении в TJHSST. Требования к диплому Thomas Jefferson High School for Science and Technology включают завершение оригинального инженерного или экспериментального исследовательского проекта в лаборатории на территории кампуса или за его пределами с помощью программы наставничества в государственной, корпоративной или университетской исследовательской лаборатории. Научно-исследовательские лаборатории школы Джефферсона включают в себя: астрономия и астрофизика, робототехника, биотехнологии, химический анализ и нанохимия, средства связи, компьютеры, системы энергоснабжения, микроэлектроника, разработка мобильных и веб-приложений, неврология, океанография и геофизические системы, квантовая физика и оптика, прототипирование и инженерные материалы.

Лучшие исследовательские проекты публикуются в ежегодном студенческом исследовательском журнале TJHSST, TEKNO, который выиграл множество национальных премий. Прием в школу производится по результатам тестирования, на основе их продемонстрированных способностей и желания обучаться по научным, математическим и технологическим направлениям. Наряду с полученными знаниями в области математики, науки, технологии, отчет об успеваемости учащегося за учебный год включает оценивание полученных социальных и коммуникативных навыков (ответственность за действия, работа в команде, следование инструкциям, тайм-менеджмент, активная общественная жизнь в школе, демонстрация организационных навыков, разрешение конфликтов), навыки здоровьесбережения, а также знания в области искусства и

музыки, иностранных языков и истории.

Анализируя государственную политику STEM-образования в США, можно выделить основные цели:

- 1) увеличение доли числа обучающихся в области STEM путем достижения качественных результатов математического образования на уровне дошкольного и школьного образования,
- 2) подготовка детей старшего школьного возраста к поступлению в колледжи и вузы для получения STEM-образования,
- 3) вовлечение большего числа женщин и девушек в получение ими знаний в области STEM и развитие их карьеры в этой области, повышение квалификации учителей в области STEM,
- 4) развитие инклюзивного STEM-образования,
- 5) вовлечение в STEM-образование всех социальных слоев и этнических групп.

Наряду с государственными организациями в области STEM-образования, существуют общественные организации. Так, объединение STEM-коалиция (STEM Coalition) вносит существенный вклад в развитие STEM-образования в рамках комплексного содействия по координации, оценке государственных программ STEM на регулярной основе для обеспечения масштабирования наиболее эффективных программ, а также сокращения менее эффективных. Одной из главных задач STEM коалиции (STEM Coalition) является доступность и качество STEM-образования на всех уровнях образовательной деятельности (включая дошкольную подготовку) и возможность получать образование на протяжении всей жизни [9].

На каждом уровне учащийся достигает определенного результата, например, у ребенка возникает больше шансов получить высшее образование и дальнейшее развитие, если он занимался математикой до пятилетнего возраста [3].

В Великобритании децентрализованное государственное регулирование в области STEM. Для детального изучения политики STEM в Великобритании важно отметить роль двух организаций – STEMNET и Engineering UK, координирующих развитие STEM-обра-

зования. STEMNET обеспечивает реализацию трех основных национальных школьных программ, а также является одним из крупных координаторов взаимодействия в рамках STEM-деятельности:

- Schools STEM Advisory Network – консалтинг и содействие увеличению количества STEM-предметов в школьных учебных планах;

- STEM Ambassadors – сеть из более 27000 добровольцев, продвигающие STEM-предметы в школах и центрах;

- STEM Clubs Programme отвечают за создание школьных математических кружков.

Сотрудничество с этими организациями осуществляется на принципах добровольности. Вышеуказанные программы поддерживаются в рамках ENTHUSE-партнерства, основанного в 2008 году Департаментом образования, фондом Welcome TRUST и бизнесом с бюджетом 27 млн. фунтов стерлингов. В 2013-2014 проект был дополнительно финансирован суммой 22 млн. фунтов стерлингов на обучение и стажировки учителей и технических специалистов государственных школ и колледжей, создание совместных программ 6-8 государственных школ и колледжей в области STEM.

В Великобритании реализуются программы «Инженеры будущего» при поддержке организаций, включая Королевскую инженерную академию (Engineering UK) [6]. Опираясь на запросы рынка труда на STEM-профессии, образовательная политика в этой области акцентирует внимание на формирование интереса к STEM-предметам в раннем детском возрасте. Для этого STEM-подход внедряется в дошкольных образовательных учреждениях и далее продолжается в основной и старшей школе в тесном взаимодействии с университетами.

Рассматривая выбранную начальную школу Mary Elton primary school, мы ставили целью изучить опыт внедрения в образовательную практику STEM-подходов в начальной школе. Группа школ Мэри Элтон – это партнерство начальных школ, базирующихся в Северном Сомерсете. Партнерство возглавляется начальной школой Мэри Элтон и связано с Юго-Западным научно-образовательным

партнерством. Школы имеют долгую историю сотрудничества в области науки. С самого их основания имеют значительный опыт преподавания предметов STEM. В рамках проекта ENTHUSE школьное партнерство Мэри Элтон получило финансирование на совершенствование STEM-практик и дальнейшее тиражирование своего опыта на близлежащие школы и привлечение учащихся местных сообществ. Школы уже имели деловые, университетские, научные и промышленные связи. Эти отношения успешно развивались в течение долгого времени и активно поддерживались учителями и персоналом. Однако при недостаточном финансировании не всегда удавалось осуществлять проекты STEM в более крупном масштабе, предполагающие сотрудничество между детьми и персоналом из разных стран партнерства и других близлежащих школ.

Основным результатом такого совместного обучения является ежегодный групповой школьный проект и конкурс, проводимые в рамках Недели науки. Эта проектная модель для создания реального, увлекательно-го и междисциплинарного STEM-обучения была разработана еще до присуждения премии ENTHUSE. В настоящее время партнерство нацелено на его развитие, на стимулирование сотрудничества, профессионального обучения, вовлечения учащихся и достижения результатов по предметам STEM. С 2013 по 2017 годы партнерство Мэри Элтон представляло проект STEM в рамках Недели науки. Масштаб и амбиции этих компаний выросли вместе с премией ENTHUSE Partnership Award.

За период реализации гранта проекта ENTHUSE были достигнуты результаты: вовлечение учащихся в STEM-образование, профессиональное ориентирование учащихся на STEM-профессии, профессиональное развитие учителей в области STEM. 96% учителей и лидеров школ Мэри Элтон отметили положительный эффект на учеников в понимании и освоении STEM-предметов.

Канада является одним из мировых лидеров во многих областях науки, техники, инженерии и математики, и многие новые рабочие места и карьерные возможности, появившиеся в последние годы, связаны со STEM-образова-

нием. В Канаде институты и правительственные учреждения не сразу приняли STEM-образование под этой аббревиатурой. Одним из наиболее всеобъемлющих программных документов, связанных с STEM, разработанных федеральным правительством, стал доклад 2007 года «Научно-техническая стратегия: мобилизация науки и техники в интересах Канады». Образовательная политика Канады в области STEM основана на современных трендах развития науки и техники, которые внедряются в каждый аспект жизни, помогая решать проблемы и создавать возможности. Научные открытия и новые технологии обеспечивают решение многих наиболее важных для канадцев вопросов, предоставляя знания и средства для сохранения качества окружающей среды, защиты исчезающих видов, улучшения здоровья, повышения общественной безопасности, а также управления природными и энергетическими ресурсами. Научно-технические инновации позволяют современным экономикам повышать конкурентоспособность и производительность труда, предоставляя средства для достижения еще более высокого уровня жизни и улучшения качества жизни. Образовательная политика Канады в области STEM ставит основной задачей подготовку специалистов для рынка труда STEM. Правительство Канады и его федеральные партнеры выдвинули ряд инициатив, направленных на расширение участия канадцев в STEM-образовании, включая женщин и социально незащищенных групп. Такие инициативы включают:

- программа Promo Science Совета по естественным наукам и инженерным исследованиям Канады финансирует организации с целью обучения молодежи науке, математике и технологии, включая детей из малообеспеченных семей;
- Канадская ассоциация музеев, Канадская ассоциация научных центров, Сеть аккредитованных зоопарков и аквариумов;
- поддержка студентов в прохождении стажировок в области STEM-профессий;
- научные фестивали и конкурсы в области STEM.

STEM-образование в школах Канады варьируется в зависимости от уровня обучения,

места расположения и состава обучающихся.

Основными задачами рассматриваемой нами частной инклюзивной школы начального и среднего образования Elizabeth Buckley School являются обучение детей в области STEM с включением учебный план дисциплины «Искусство». Школа уделяет особое внимание развитию навыков критического мышления, ответственной гражданской позиции и STE (A) М-навыков посредством совместного творческого и практического обучения в инклюзивной среде. Политика школы Elizabeth Buckley заключается в том, что искусство является неотъемлемой частью обучения каждого ребенка, соответственно STEM-обучение включило дисциплину Art. Программа данной дисциплины включает визуальное искусство, музыку, драматическую игру, а также обучение навыкам социальной и гражданской ответственности. Школа Elizabeth Buckley STE (A) М делает акцент на открытиях и исследованиях, а предметы STEM сочетаются с обучением грамотности, гуманитарными науками и физической активностью. Школа уделяет внимание развитию лидерских и личностных навыков планирования, используя известные семь навыков высокоэффективных людей Стивена Кови: быть ответственным за свои действия и поступки, уметь планировать, выделять правильные приоритеты, уметь побеждать и держать поражение, уметь слушать и понимать собеседника, умение работать в команде, уметь всесторонне развиваться и поддерживать жизненный баланс.

Программа LUMA, регулирующая STEM-образование в Финляндии, была разработана в 90-х годах 20 века. В переводе с финского данный термин означает слияние естественнонаучных дисциплин и математики, то есть присоединение технологии. Национальный совет образования Финляндии координирует процесс внедрения и реализации программы в образовательных организациях по всей стране. Цель программы декларируется как повышение международного уровня финского научного образования, совершенствование образовательных практик и повышение интереса к науке и технике. Первостепенная задача LUMA-центров заключается в развитии

мотивации финских школьников к изучению математики, науки и техники с применением новейших методов и мероприятий научно-технического образования с учетом высоких результатов в международных исследованиях PISA и TIMSS. Также немаловажной по значимости задачей является способствование непрерывному обучению учителей, работающих на всех уровнях образования от раннего детства до университетов, и развитие научно обоснованного обучения. LUMA-центр занимает нишу организатора международного конкурса интегрированных проектов «StarT» для всех типов образовательных учреждений.

В Китае Arts (искусство) играет значительную роль. По мнению родителей (данные опроса «Harris Poll» совместно с «LEGO Education»), 45% считают важным для своего ребенка умение находить нестандартные решения (для сравнения в США – менее 20%); важность предпринимательских и деловых навыков отмечают около 25% родителей (в США – 16%); знания по культуре мира – 18% (США – 4%); значимость знаний по математике и компьютерным технологиям – менее 10%, против США – выше 50% [1].

В образовательных организациях Китая действует правительственная программа, которая предусматривает реализацию учебных курсов по изучению искусственного интеллекта в начальных и средних классах. Таким образом, базовым навыком, наряду с владением английским языком, становится программирование. Государство нацелено занять лидерские позиции в области искусственного интеллекта к 2030 году. Soochow Securities, китайская финансовая компания, которая занимается аналитикой развития экономики, составила прогноз, что доля китайских учащихся младше 18 лет, занимающихся наукой, математикой, инженерией, технологиями, составит 4%. По последним данным только 1% китайских школьников изучает программирование. Многие компании приходят на помощь государству и организуют онлайн-курсы программирования под брендом Codemaо, где изучают разработку онлайн-игр и мобильных приложений.

С 2002 года в Сингапуре стремительно развивается креативная экономика (инициа-

тива «Преобразование Сингапура» (Remaking Singapore)). В основе Сингапурской модели образования лежит британская система STEM/STEAM. На примере Tanglin Trust Senior School рассмотрим, в чем заключается STEM-подход в образовании Сингапура. К характерным признакам относятся индивидуальный подход, погружение в тему (может изучаться месяц), проектное обучение по системе STEAM (продукт, доклад), креативное мышление, междисциплинарный подход. В качестве ресурсной базы можно выделить следующие моменты: созданы места для обмена ресурсами, знаниями и обучением через практическое исследование; рабочие места являются частью лаборатории, частью магазина, частью конференц-зала; ученики строят и работают над проектами вместе, используя оборудование, которое является как традиционным (деревообрабатывающее оборудование и швейные машины), так и ультрасовременным (3D-принтеры makerbot, лазерные граверы GSC и режущие машины, а также машины для раскатки газет styxx); преподавание строится в формате дискуссий; реализуется проблемное обучение. Школьное образование направлено на достижение учащимися компетенций: культура командной работы, сотрудничество и дизайнерское мышление. В будущем это начинающие ученые, художники, исследователи, инженеры и предприниматели. По результатам 2018-2019 учебного года 81% учащихся поступают в университеты, 83% выпускников имеют уровень выше мирового.

В Японии ученики показывают высокий уровень достижений по программе PISA. В школах созданы профильные направления по естественнонаучному и технологическому образованию. Например, школа «ТОYO» подойдет тем, кто планирует поступать в колледжи в Японии. Особенность школы – индивидуальные консультации с преподавателями и кураторами, проводятся практические занятия по профессии и экскурсии по учебным заведениям, занятия по дополнительным дисциплинам (математике и т.д.), для поступающих в художественные академии открыт специальный «кабинет искусств». Выпускники успешно сдают вступительные экзамены. Однако у японских школьников не наблюдается процесс

развития таких навыков, как самооценка, самоэффективность, личная мотивация. Главная цель новой образовательной реформы заключается в развитии компетенций и личных качеств, необходимых человеку в XXI веке. «Развитие активного учащегося» – состоит в формировании у учеников лидерских качеств. Для решения поставленной задачи правительство Японии запустило с 2020 года новую программу образования. В ее основе лежит концепция Центра модернизации образовательных программ Гарвардского университета, направленная на формирование знаний и навыков, на развитие способностей размышлять, принимать решения и высказываться; способности взаимодействовать инициативно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследования «Harris Poll» совместно с «LEGO Education». Уверенность в процессе обучения [Электронный ресурс] URL: <https://theharrispoll.com/wp-content/uploads/2019/04/WE-Lego-Exec-Summary-4.1.19-1.pdf> (дата обращения: 20.10.2020).
2. Международный журнал по математике, науке и техническому образованию [Электронный ресурс] URL: <https://www.lumat.fi/> (дата обращения: 20.10.2020).
3. Основные принципы политики Великобритании [Электронный ресурс] URL: <http://www.stemedcoalition.org/?s=Statement+of+Core+Policy+Principles> (дата обращения: 22.10.2020).
4. Путь к успеху: американская стратегия STEM-образования [Электронный ресурс] URL: <https://stimul.online/articles/sreda/stem-obrazovanie-dlya-vsekh/> (дата обращения: 22.10.2020).
5. Ильина Л. А., Сабирова З. Э. Использование механизма целевой подготовки кадров в системе профессионального образования Республики Башкортостан // Современное образование: содержание, технологии, качество. 2010. Т. 1. С. 313-315.
6. Рудской А. И., Боровков А. И., Романов П. И., Киселёва К. Н. Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. Том 23. № 2. 2017.
7. Сабирова З. Э. Экономика общественного сектора (учебное пособие) / ГБОУ ВПО «БАГ-СУ». Уфа, 2015. 104 с.
8. Стрельникова Т. Что такое STEM? [Электронный ресурс] URL: <http://www.unikaz.asia/ru/content/chto-takoe-stem-obrazovanie> (дата обращения: 20.10.2020).
9. Фролов А. В. Реформа инновационной системы США: от STEM к STEAM-образованию // Alma mater (Вестник высшей школы). 2013. № 1.
10. Chicago STEM SCHOOL STUDY [Электронный ресурс] URL: <http://outlier.uchicago.edu/s3/> (дата обращения: 20.10.2020).
11. The America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science Act of 2007.

IMPLEMENTATION OF STEM EDUCATION: FOREIGN PRACTICES

© L. M. Musina¹, M. M. Saltuganova², L. A. Korovnikova³, V. A. Polshkova⁴,

¹ National Librar named after A.-Z. Validi of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

² MBOU "School number 2", Muravlenko, Russia

³ MBOU "School No. 41", Nizhny Novgorod, Russia

⁴ MBOU "Secondary school of the village of the selection station" Kstovsky district, Nizhny Novgorod region, Russia

Digitalisation of the economy, rapid development of technologies, changes in the labor market and requirements for personnel training lead to the most demanded future professions which will be related to high technologies, those being: IT specialists, big data engineers, programmers.

Professional and academic associations today face the necessity to update general education programs. The main educational programs in terms of subject content require improvement. To update the content of general education, it is necessary to use the advanced innovative Russian practice together with effective foreign experience.

The analysis of foreign experience and practices presented in the article demonstrate the increasing pace of updating the subject content using the STEAM approach, focused on the use of project-based learning and the development of digital technologies, supported by the development of meta disciplinary skills.

Keywords: STEM, STEAM, approach, education, career, profession, school, subject, practice, training, students.

REFERENCES

1. Issledovaniya «Harris Poll» sovместno s «LEGO Education». Uverenost' v protsesse obucheniya [Research "Harris Poll" in conjunction with "LEGO Education". Confidence in the learning process], [online], available at: <https://theharrispoll.com/wp-content/uploads/2019/04/WE-Lego-Exec-Summary-4.1.19-1.pdf> (Accessed: 10/20/2020).
2. Mezhdunarodnyi zhurnal po matematike, nauke i tekhnicheskemu obrazovaniyu [International Journal of Mathematics, Science and Technical Education], [online], available at: <https://www.lumat.fi/> (Accessed: 10/20/2020).
3. Osnovnye printsipy politiki Velikobritanii [Basic principles of UK policy], available at: <http://www.stemedcoalition.org/?s=Statement+of+Core+Policy+Principles> (Accessed 22.10.2020).
4. Put' k uspekhu: amerikanskaya strategiya STEM-obrazovaniya [The path to success: the American strategy for STEM education], [Online], available at: [https://stimul.online/articles/sreda/stem-obrazovanie-dlya-vsekh-/](https://stimul.online/articles/sreda/stem-obrazovanie-dlya-vsekh/) (Accessed 10/22/2020).
5. Ilyina, L. A. and Sabirova, Z. E. (2010) 'Ispol'zovanie mekhanizma tselevoi podgotovki kadrov v sisteme professional'nogo obrazovaniya Respubliki Bashkortostan'. *Sovremennoe obrazovanie: sodержanie, tekhnologii, kachestvo*. [Using the mechanism of targeted training in the vocational education system of the Republic of Bashkortostan. Modern education: content, technology, quality]. Vol. 1, pp. 313-315.
6. Rudskoy, A. I., Borovkov, A. I., Romanov, P. I. and Kiseleva K. N. (2017) 'Analiz opyta SShA i Velikobritanii v razvitii STEM- obrazovaniya' [Analysis of the experience of the United States and Great Britain in the development of STEM education]. *Scientific and technical statements of SPbPU. Natural and engineering sciences*. Volume 23, No. 2.
7. Sabirova, Z. E. (2015) *Ekonomika obshchestvennogo sektora (uchebnoe posobie)* GBOU VPO «BAGSU» [Public sector economics (textbook). SBEE HE BAPSM]. Ufa, 104 p.
8. Strelnikova, T. Chto takoe STEM? [What is STEM?], [Online], available at: <http://www.unikaz.asia/ru/content/chto-takoe-steam-obrazovanie> (Accessed 10/20/2020).
9. Frolov, A. V. (2013) Reforma innovatsionnoi sistemy SShA: ot STEM k STEAM-obrazovaniyu. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)*. [Reform of the US innovation system: from STEM to STEAM education. Alma mater (Bulletin of the higher school)]. No. 1.
10. Chicago STEM SCHOOL STUDY [Online], available at: <http://outlier.uchicago.edu/s3/> (date of treatment 10/20/2020).
11. The America Creating Opportunities to Meaningfully Promote Excellence in Technology, Education and Science Act of 2007.