



DOI 10.22363/2312-8631-2022-19-2-146-156

УДК 373.4

Научная статья / Research article

## Особенности, опыт и преимущества внедрения STEAM-технологии в подготовку учащихся основной школы

Д.А. Семенова *Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация*✉ [SemenovaD@mgpu.ru](mailto:SemenovaD@mgpu.ru)

**Аннотация.** *Постановка проблемы.* Образовательная жизнь современной школы представляет огромное поле для наблюдения и анализа. Разнообразные технологии, применяемые в мире для активизации познавательной активности и увеличения роли самостоятельности в деятельности учащихся, создают новые формы и методы внутри образовательного процесса. STEAM-технологии активно используются в системе дополнительного образования. Однако их применение в основном учебном процессе практически не исследовано. Это связано с трудностью совмещения инновационных подходов с реализацией учебного плана школы. *Методология.* Применялись методы проектирования модели обучения, педагогического эксперимента, наблюдения, беседы, обобщения полученного опыта. Проведен контент-анализ и тематический мониторинг имеющихся публикаций по ключевым словам «STEAM-технологии», «повышение познавательной активности», «создание учебных лабораторий». *Результаты.* Представлены результаты трехлетнего эксперимента по применению образовательной STEAM-технологии в основной школе, нацеленного на анализ и выделение наиболее значимых для практики образцов применения этой технологии. Описаны сущность и особенности образовательной STEAM-технологии, реализованные в рамках исследования способы создания учебных лабораторий, базирующихся на предложенных подходах. Выявлены значимые аспекты применения такой технологии в современной школе. Приведены примеры из практики работы школы, рассмотрены виды лабораторий, цели и содержание обучения, полученные образовательные результаты. *Заключение.* В процессе выполнения исследовательской работы с применением STEAM-технологии в образовательном процессе основной школы выделены наиболее эффективные способы создания учебных лабораторий и выявлены наиболее значимые аспекты применения такой технологии в школе.

**Ключевые слова:** информационные технологии, STEAM-технология, конвергентный подход, проектная работа

**История статьи:** поступила в редакцию 10 декабря 2021 г.; принята к публикации 25 января 2022 г.

**Для цитирования:** Семенова Д.А. Особенности, опыт и преимущества внедрения STEAM-технологии в подготовку учащихся основной школы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2022. Т. 19. № 2. С. 146–156. <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2022-19-2-146-156>

© Семенова Д.А., 2022



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## Features, experience and benefits of implementing STEAM technology in the main school

Daria A. Semenova 

Moscow City University, Moscow, Russian Federation

✉ SemenovaD@mgpu.ru

**Abstract.** *Problem statement.* The educational life of the modern school is a huge field for observation and analysis. A variety of technologies used in the world to enhance cognitive activity and increase the role of independence in the activities of students create new forms and methods within the educational process. STEAM technologies are actively used in the system of additional education. However, the use of such technology in the main educational process has not been practically studied. This is due to the difficulty of combining innovative approaches with the implementation of the school curriculum. *Methodology.* The study uses methods for designing a learning model, pedagogical experiment, observation, conversation, and experience generalization. Content analysis and thematic monitoring of existing publications were carried out for the keywords, such as STEAM-technologies, increase of cognitive activity, and creation of educational laboratories. *Results.* The three-year experience of experimental application of educational STEAM-technology in the primary school is considered in order to analyze and highlight the most significant examples of the application of this technology for practice. The essence and features of the educational STEAM technology are described, as well as the ways of creating educational laboratories based on the proposed approaches implemented within the framework of the study. Significant aspects of the use of such technology in the modern school are revealed. Examples from the practice of school work are given, types of laboratories, goals and content of training, and obtained educational results are considered. *Conclusion.* In the process of performing research work using STEAM technology in the educational process of the secondary school, the most effective ways to create educational laboratories and the most significant aspects of the use of such technology in school were identified.

**Keywords:** information technologies, STEAM technology, convergent approach, project work

**Article history:** received 10 December 2021; accepted 25 January 2022.

**For citation:** Semenova DA. Features, experience and benefits of implementing STEAM technology in the main school. *RUDN Journal of Informatization in Education*. 2022;19(2):146–156. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2312-8631-2022-19-2-146-156>

**Проблема и цель.** В современном мире, немислимом без применения технологий, искусство, наука и инженерное мышление все больше сближаются и объединяются, переставая противоречить друг другу. А способность к коллаборации и проявлению творческих способностей, умение донести до окружающих смысл своего высказывания в максимально понятной, наглядной форме в любом виде деятельности выходят на первый план среди важных способностей, нуждающихся в развитии в течение жизни [1].

Зачастую науке необходимо визуальное раскрытие смыслов для передачи информации средствами искусства и технологий, а художники используют цифровые технологии и научные формы мышления для самовыражения. Это взаимопроникновение, катализируемое цифровыми технологиями, отвечает и потребностям современного образования в школе. Новым языком бу-

дущего становятся не только возможности речи и письменности, но и возможности быстро создаваемых медиа, доступные уже в настоящем – создание иллюстраций, анимаций, видеографий, моделей. Однако возможности их применения не отменяют развитие в людях творческого мышления и свободы личностного проявления, а лишь являются теми современными инструментами, которые помогают максимально быстро коммуницировать, самовыражаться и достигать результата [2–5].

Развитие таких качеств, как способность увлекаться процессом познания, испытывать исследовательский интерес к предмету обучения, мечтать, воображать, критически анализировать информацию и иметь собственное мнение, воспитание воли и умение распределять ее усилия в течение продолжительного времени, также является актуальным вызовом современности образованию. Желание учиться, экспериментировать, эмпатия, способность спокойно переживать ошибки и пробовать еще раз, не теряя устойчивость, умение донести до окружающих свои мысли и идеи (презентовать себя или содержание) необходимо считать такими же важными результатами обучения, как и академические результаты [6].

Из научных отечественных и зарубежных научных источников следует, что подобные тенденции характеризуют современную образовательную технологию STEAM<sup>1</sup> [7–10].

STEAM – является развитием аббревиатуры STEM, но в нее включается теперь и термин «art» – искусство. И так, S – science – наука. T – technology – технология. E – engineering – инженерия. M – maths – математика. A – art – могут подразумеваться живопись, архитектура, скульптура, музыка и литература. Добавление контекста искусства позволяет расширить области для эксперимента и проявления учащихся в творческой деятельности, кроме того, это дает возможность проявиться тем учащимся, у кого есть таланты в этих сферах.

STEAM – образовательная конвергентная технология, сочетающая в себе несколько предметных областей. Она представляет собой инструмент развития критического мышления, исследовательских компетенций и навыков работы в группе.

Можно констатировать наличие *проблемы* поиска и обоснования эффективности методов обучения школьников, основанных на применении STEAM-технологий.

**Методология.** В рамках решения указанной проблемы в течение последних трех лет в московской школе № 1788 в экспериментальном порядке реализуется проект, связанный с использованием STEAM-технологий при подготовке учащихся основной школы.

Указанная московская школа представляет собой большой образовательный комплекс, в котором учится около 2700 школьников в четырех зданиях, существенно удаленных друг от друга. Обучающиеся здесь дети являются жителями огромного мегаполиса, зачастую они недавно приехали из удаленных и очень различных по культурной специфике регионов. Для них

<sup>1</sup> Дайджест STEAMS практики в образовании МГПУ. URL: <https://www.mgpu.ru/daigest-steams-praktiki-v-obrazovanii/> (дата обращения: 03.02.2022).

обучение в московской школе становится большим вызовом – нужно адаптироваться и к предметным требованиям, и к новому разнообразному коллективу, к новой культурной среде и устоям. Школьная среда является той экосистемой, которая может помочь ребенку обрести уверенность и успешность в непростом периоде адаптации, а те образовательные технологии, которые реализуются в ней, имеют немаловажное значение для эффективности этой среды.

Сформированный в ходе исследования экспериментальный учебный план, ориентированный на STEAM-технологии, основан на принципах междисциплинарности и прикладного подхода, все направления интегрированы в одну схему.

Большинство проектов в предлагаемом подходе подразумевают групповую командную работу школьников, что благоприятствует таким процессам, как конструктивное взаимодействие между членами команды, воспитывает уважительное отношение участников к мнению друг друга, учит их тому, как спорить и находить решение, как использовать сильные стороны друг друга, как планировать шаги и результаты во времени. Для решения своих сложных задач ученикам приходится искать способы решения, которые часто являются нестандартными и уникальными именно для конкретной группы и конкретного проекта.

Содержание деятельности школьников при таком подходе опирается на существенную творческую составляющую, посвященную искусству и применению новейших информационных технологий. Учащимся предстоит выбрать те средства самовыражения, которые их более всего вдохновляют, разработать общую концепцию и полностью ее воплотить, овладеть техникой ее воплощения от начала и до конца внутри образовательного процесса. Таким образом, учащиеся смогут осознать полноту и важность творческих аспектов процесса созидания, познакомятся с разными способами и техниками в искусстве, по-настоящему будут участвовать в совместной творческой деятельности.

В 2019–2020 и 2020–2021 учебных годах для параллели седьмых классов (490 человек) вышеуказанной школы впервые реализован проект «STEAM» в рамках программы учебного предмета «Технология». Была осуществлена интеграция модулей технологии и инженерии с предметами естественнонаучного цикла – физикой, биологией, географией и предметной областью «искусство». Таким образом, предмет «Технология» был реализован в тесной связи с программами данных предметов, что позволило расширить рамки и глубину их изучения, способствовало формированию системности. При этом основной акцент расставлялся на обучении различным видам деятельности, а не на формировании предметных знаний. Продолжается проект и в 2021–2022 учебном году.

Подготовительной стадией запуска проекта стала постановка учителем, курирующим STEAM-лабораторию, научной проблемы. Школьнику для входа и действия внутри проекта нужно было либо применить те знания, которые у него уже есть, либо получить новые междисциплинарные знания, проявить интерес, упорство к достижению целей, суметь спланировать свою работу,

осуществить необходимое взаимодействие с участниками своей рабочей группы и учителями.

В конце каждого занятия ученики должны были предоставить результат своей работы. Результат может быть очень небольшим, но явно отражающим суть происшедшего на занятии. Каждое занятие включало в себя научную и технологическую составляющую. Следует обратить внимание на то, что роль учителя в этой модели обучения состояла в консультационной поддержке, модерировании, регулировании и мягком сопровождении самостоятельной деятельности детей. Такие роли учителя создают возможности для свободного взаимодействия между всеми участниками процесса, способствуют возникновению необходимых связей и устойчивых способов коммуникации, необходимых для продуктивной работы группы.

Для осуществления данной модели потребовалась общая работа нескольких учителей-предметников естественно-научного цикла, учителей информатики и технологии, а также учителей искусства. В результате их подготовительной методической работы возникло несколько лабораторий с разными названиями и направленностями проектов. Совместная работа учителей продолжалась в течение всего периода обучения, содержала постоянную корректировку планов занятий, выстраивание стратегий для конкретных групп, обсуждение проблемных зон и точек роста конкретной группы и каждого школьника.

В течение года ученики седьмых классов один раз в неделю два урока посвящали работе в STEAM-технологии. В первом периоде обучения школьниками представляются каждую лабораторию, и на стадии запуска каждый ученик пробует свои силы в мини-проекте в каждой лаборатории, определяется с тем, в какой лаборатории он останется для осуществления углубленного обучения.

После самостоятельного выбора лаборатории все учащиеся поделились на группы, в которых работали до конца учебного года. Во время занятий они могли использовать компьютер, переходить из класса в класс, имея доступ ко всем необходимым материалам. За каждой группой школьников был закреплен куратор, который осуществлял функции модератора, консультанта и контролирующего учителя в конце урока.

**Результаты и обсуждение.** Можно привести примеры лабораторий, которые функционируют в школе. Их деятельность можно рассматривать как масштабный эксперимент, позволяющий сделать значимые выводы.

*Лаборатория «Электросамокат».* В рамках этой лаборатории учащиеся находят связи между дисциплинами «Физика», «Технология» и «Дизайн», взаимодействуя, экспериментируя, ища нестандартные решения и реализуя свои идеи в реальные физические объекты. Экспериментальным путем ученики приобретают знания о понятиях физических величин и явлений, затем строят информационные модели и производят необходимые для реализации проекта математические расчеты (расчет изменения различных параметров (например, скорости) в зависимости от нагрузки на транспорт, расчет показателей для создания уникального электросамоката в зависимости от физических показателей (рост, вес и т. д.)). После этого приступают к реализации своих идей в технологическом ключе: изготовлению объектов, механизмов

в рамках направления «Деревообработка». Конструируют и изготавливают каркас электросамоката из дерева, а также необходимые системы крепежа, соединяя их с ранее разработанной составляющей – электромотором. Кроме того, каждый объект, созданный школьниками, обладает своим собственным технологическим дизайном и дизайном внешнего вида. Ученикам необходимо продумать эту немаловажную составляющую и также реализовать ее сначала в стадии эскиза и проектирования, а затем во время создания физического объекта.

В результате работы в лаборатории школьники от начала до конца проходят все циклы создания технологического транспортного объекта – от физических экспериментов, гипотез, информационных моделей и математических расчетов, создания эскизов и дизайна до физической реализации – изготовления каркаса из дерева и фанеры, крепежа и электромотора. В итоге они создают реальный объект, который способен перемещать человека в пространстве.

*Лаборатория «Дизайн».* Объединяет в себе модули информатики и информационных технологий, географии, биологии, физики и других школьных дисциплин с основными идеями дизайна школьного пространства и художественным творчеством. Для работы в проекте детям необходимо изучить в зависимости от выбранного предмета содержание тех учебных единиц, которые потребуются для воплощения их идеи (изучение регионов мира, флоры, фауны, формул физических законов, компьютерных систем и др.), чтобы отобрать необходимый визуальный ряд, который будет являться достоверным, для создания эскизов оформления предметных классов и рекреаций. После создания эскизов учащиеся переходят к выбору материалов для создания дизайна, осваивают различные художественные техники и, возможно, компьютерные средства, необходимые для визуализации изображений. Затем они приступают к масштабированию эскизов и воплощению своих замыслов на реальных или «виртуальных» стенах школы. Результатом работы учащихся становится реальный дизайн учебных классов и рекреаций (рисунок).

Подобная учебная деятельность способствует развитию творческого мышления, воспитывает способность к долгосрочным волевым усилиям, смелости в принятии решений, приобретению практического опыта в творческой деятельности, применения различных информационных технологий и реализации своих задумок в реальности. Кроме того, участники лаборатории получают определенный опыт проявления себя через искусство в социуме, так как они сами и другие ученики теперь видят каждый день результаты их деятельности.

*Лаборатория «Геотехнология»* позволяет реализовать проект по созданию карты мира, на которой формы рельефа континентов будут выполнены в 3D-формате. Ученики исследуют образование разнообразных горных пород, их залегание, движение тектонических плит, изучение географических объектов путем их макетирования в различных техниках (создают макеты складчатостей своими руками) и художественно оформляют их в соответствии с географическими характеристиками местности.

В своей практической деятельности школьники используют математические свойства подобия, масштабы, картографические проекции, знакомятся с океаническими течениями и глубоководными впадинами.

В результате подобной деятельности происходит обучение проектированию, масштабированию, оформительской деятельности, анализу и презентации результатов. Школьники изучают особенности распределения давления и температур, создают макеты земного шара и географические карты течений.



Лаборатория «Дизайн» как часть проекта по использованию STEAM-технологий в обучении школьников  
Laboratory "Design" as part of a project on the use of STEAM technologies in teaching schoolchildren

*Лаборатория «Арт-путешествие».* В этой лаборатории ученики проникают вглубь истории и культурных особенностей стран мира. При помощи современной компьютерной техники осуществляют поиск, отбор и обработку информации, изучают основы веб-дизайна для создания авторской интернет-страницы с результатами своего исследования, основы работы в графических редакторах и видеоредакторах, создают свой информационный проект

(цифровой слайд, видеоролик и др.) – часть общей книги стран – энциклопедии народов мира. Также участники лаборатории изучают особенности национального искусства и обычаев выбранной страны, создают объекты, стилизованные под эти виды искусства, знакомятся и экспериментируют с кулинарными особенностями в культуре разных стран, собирают и реализуют рецепты и изготавливают кулинарные графические и видеоинструкции для общей книги «Кухни народов мира». Финалом работы в лаборатории является выставка художественно-прикладного творчества учащихся и кулинарный мастер-класс [6].

В результате каждый участник становится исследователем страны, автором страницы общей книги «Культура и кухни мира», приобщается к культуре и искусству изучаемой им и другими школьниками страны, расширяет свой кругозор в области кулинарного искусства, приобретает навыки приготовления блюд, учится представлять информацию в наглядном и доступном виде. Немаловажным является участие в проекте для развития и формирования таких личностных качеств участников, как способность к принятию культур и обычаев, отличных от тех, которые являются для учеников родными [7].

Представление общих результатов деятельности всех лабораторий, как правило, происходит в виде итоговых конференций, на которых каждая группа школьников защищает свой проект, выступая перед остальными учащимися и учениками. Формат представления не ограничивается и может быть творчески определен учениками в процессе создания. Учащиеся приобретают умения представлять результаты своей долговременной работы на публике, делать это в интересной и нестандартной форме (театральные сценки, музыкальный номер, викторина, компьютерная презентация, интерактивные мастермайнды, мастер-классы), обмениваясь опытом и получая обратную живую связь от ученического и учительского сообщества. Наблюдение за результатами товарищей расширяет представления учеников и обогащает их кругозор, возбуждает интерес для проведения последующих экспериментов.

**Заключение.** Опыт организации вышеуказанных и подобных лабораторий позволяет сделать выводы о наличии существенных отличий образовательного процесса, реализуемого с применением технологии STEAM. В этой связи можно обоснованно выделить проявление свободы выбора, работу в свободном пространстве (в том числе и в смысле физических перемещений по классам), навыки самостоятельного планирования и деятельности в относительно гибком регламенте, понимание того, что необходимо интегрировать разные области знаний для решения жизненных задач, опыт прикладной деятельности, ручного труда, умение взаимодействовать в коллективе и достигать цели в необходимые сроки, представлять свой продукт и доказывать его состоятельность, проявлять себя в творчестве, проектировании, экспериментальной деятельности и исследовании. По сути, это означает, что школьники осуществляют раннюю профориентационную деятельность, которая может помочь выбрать в последующем профиль для более углубленного изучения.

Опыт использования образовательной технологии STEAM демонстрирует появление следующих результатов:

– возникает опыт проектной творческой работы в течение продолжительного времени;

– происходит смена вертикальных отношений учитель – ученик на горизонталь сотрудничества и конструктивного взаимодействия всех участников процесса;

– создаются условия для формирования у учащихся самостоятельного критического мышления;

– предоставляется возможность пребывания учащихся в ситуации создания совместного продукта, который является уникальным;

– возникают возможности взаимопроникновения и взаимообогащения разных научных областей, искусства, дизайна и технологий [11];

– приобретается возможность реализации практико-ориентированной модели, в которой каждый участник получает свой опыт, связанный с активной деятельностной позицией<sup>2</sup> [12–14].

В области психолого-педагогических результатов следует отметить:

– большую вовлеченность учащихся в процесс обучения;

– сохранение у них вовлеченности и мотивации на протяжении всего времени;

– формирование у участников групп устойчивых связей, обеспечивающих продуктивность взаимодействия;

– проявление и реализацию творческого потенциала учащихся;

– высокий уровень рефлексии у учеников относительно своей работы на традиционных занятиях.

Таким образом, отвечая вызовам времени, образовательная STEAM-технология, внедрение которой, как правило, базируется на масштабном использовании компьютерных средств и систем, становится одним из необходимых образовательных инструментов. Тем не менее важно отметить, что для современного этапа развития образования подобное обучение требует больших усилий от педагогического коллектива и администрации школ, как технологического, так и методического характера.

### Список литературы

- [1] *Алексеев Н.Г., Леонтович А.В., Обухов А.С., Фомина Л.Ф.* Концепция развития исследовательской деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. 2002. № 1. С. 24–33.
- [2] *Сорокина Т.Е.* От STEM к STEAM-образованию через программную среду Scratch // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2015. Т. 2. № 11. С. 362–366.
- [3] *The science of effective mentorship in STEMM 2019 / ed. by A. Byars-Winston, M. Lund Dahlberg.* Washington DC: The National Academies Press, 2019. <https://doi.org/10.17226/25568>
- [4] *Ejiwale J.A.* Barriers to successful implementation of PDM // Journal of Education and Learning. 2013. Vol. 7. No 2. Pp. 63–74.
- [5] *Конюшенко С.М., Жукова М.С., Мошева Е.А.* STEM vs STEAM-образование: изменение понимания того, как учить // Известия Балтийской государственной ака-

---

<sup>2</sup> Дайджест STEAMS практики в образовании МГПУ. № 7. URL: <https://www.mgpu.ru/wp-content/uploads/2021/02/Dajdzhest-vypusk-7-2.pdf> (дата обращения: 03.02.2022).

- демии рыбопромышленного флота: психолого-педагогические науки. 2018. № 2 (44). С. 99–103.
- [6] STEM integration in K-12 Education 2014: status, prospects, and an agenda for research / ed. by M. Honey, G. Pearson, H. Schweingruber. Washington, DC: The National Academies Press, 2014. <https://doi.org/10.17226/18612>
- [7] Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций: сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве» / под ред. А.С. Обухова. М., 2018. Т. 1. 260 с.
- [8] *Yakman G.* STEAM – an educational framework to relate things to each other and reality // Independent International K12 Educational Portal and Magazine. URL: <https://steamedu.com/wp-content/uploads/2020/02/K12Digest2019.pdf> (accessed: 12.12.2019).
- [9] *Уваров А.Ю.* Исследовательский подход в обучении естественным наукам за рубежом // Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций: сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве» / под ред. А.С. Обухова. М., 2018. Т. 1. С. 34–54.
- [10] *Морозова О.В., Духанина Е.С.* STEAM-технологии в дополнительном образовании детей // Баландинские чтения – 2019. 2019. Т. XIV. С. 553–556. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steam-tehnologii-v-dopolnitelnom-obrazovanii-detey/viewer> (дата обращения: 03.02.2022).
- [11] *Фруммин И.Д., Добрякова М.С., Баранников К.А., Реморенко И.М.* Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования // Современная аналитика образования. 2018. № 2 (19). М.: НИУ ВШЭ. 28 с.
- [12] *Гриншкун В.В.* Проблемы и пути эффективного использования технологий информатизации в образовании // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. 2018. № 2. С. 34–47.
- [13] *Cakir M.* Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: a literature review // International Journal of Environmental & Science Education. 2008. No 3 (4). Pp. 193–206. URL: <http://cepa.info/3848> (дата обращения: 05.03.2018).
- [14] *Buczinsky S., Ireland C., Reed S., Lacanienta E.* Communicating science concepts through art. 21<sup>st</sup>-centure skills and practice. URL: <https://34co0u35pfty37c0y0457xcu-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2015/09/scienceart.pdf> (дата обращения: 03.02.2022).

## References

- [1] Alekseev NG, Leontovich AV, Obuhov AS, Fomina LF. The concept of the development of research activities of students. *Issledovatel'skaja Rabota Shkol'nikov*. 2002;(1): 24–33. (In Russ.)
- [2] Sorokina TE. From STEM to STEAM-education through the Scratch software environment. *Modern Information Technologies and IT Education*. 2015;2(11):362–366. (In Russ.)
- [3] Byars-Winston A, Lund Dahlberg M. (eds.) *The science of effective mentorship in STEMM 2019*. Washington DC: The National Academies Press; 2019. <https://doi.org/10.17226/25568>
- [4] Ejiwale JA. Barriers to successful implementation of PDM. *Journal of Education and Learning*. 2013;7(2):63–74.

- [5] Konjushenko SM, Zhukova MS, Mosheva EA. STEM vs STEAM education: changing the understanding of how to teach. *Proceedings of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet: Psychological and Pedagogical Sciences*. 2018;(2(44)):99–103. (In Russ.)
- [6] Honey M, Pearson G, Schweingruber H. (eds.) *STEM integration in K-12 Education 2014: status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press; 2014. <https://doi.org/10.17226/18612>
- [7] Obukhov AS. (ed.) *Scientific and practical education, research training, STEAM education: new types of educational situations: collection of reports of the IX International Scientific and Practical Conference “Research Activity of Students in the Modern Educational Space”* (vol. 1). Moscow; 2018. (In Russ.)
- [8] Yakman G. STEAM – an educational framework to relate things to each other and reality. *Independent International K12 Educational Portal and Magazine*. Available from: <https://steamedu.com/wp-content/uploads/2020/02/K12Digest2019.pdf> (accessed: 12.12.2019).
- [9] Uvarov A Ju. Research approach in teaching natural sciences abroad. In: Obukhov AS. (ed.) *Scientific and practical education, research training, STEAM education: new types of educational situations: collection of reports of the IX International Scientific and Practical Conference “Research Activity of Students in the Modern Educational Space”* (vol. 1). Moscow; 2018. p. 34–54. (In Russ.)
- [10] Morozova OV, Dukhanina ES. STEAM technologies in children’s additional education. *Balandinsky Readings 2019*. 2019;XIV:553–556. (In Russ.) Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/steam-tehnologii-v-dopolnitelnom-obrazovanii-detey/viewer> (accessed: 03.02.2022).
- [11] Frumin ID, Dobryakova MS, Barannikov KA, Remorenko IM. Universal competencies and new literacy: what to teach today for success tomorrow. Preliminary conclusions of the international report on trends in the transformation of school education. *Sovremennaja Analitika Obrazovanija*. 2018;(2(19)). Moscow: NIU VShJe Publ. (In Russ.)
- [12] Grinshkun VV. Problems and ways of effective use of informatization technologies in education. *Bulletin of Moscow University. Series 20: Pedagogical Education*. 2018;(2):34–47. (In Russ.)
- [13] Cakir M. Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental & Science Education*. 2008;(3(4)):193–206. Available from: <http://cepa.info/3848> (accessed: 05.03.2018).
- [14] Buczinsky S, Ireland C, Reed S, Lacanienta E. *Communicating science concepts through art. 21st-century skills and practice*. Available from: <https://34co0u35pft37c0y0457xcu-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2015/09/scienceart.pdf> (accessed: 03.02.2022).

#### Сведения об авторе:

Семенова Дарья Алексеевна, кандидат педагогических наук, старший преподаватель, департамент музыкального искусства, Институт культуры и искусства, Московский городской педагогический университет, Российская Федерация, 119331, Москва, ул. Марии Ульяновой, д. 21. ORCID: 0000-0002-3709-9804. E-mail: SemenovaD@mgpu.ru

#### Bio note:

Daria A. Semenova, Candidate of Pedagogical Science, senior lecturer, Musical Department of Musical Art, Institute of Culture and Arts, Moscow City University, 29 Maria Ulyanova St, Moscow, 119331, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-3709-9804. E-mail: SemenovaD@mgpu.ru