

DOI: 10.20913/2618-7515-2025-2-13
УДК 372.02:378.18 (045)

Оригинальная научная статья

О воспитывающем STEAM-обучении

Д. В. Мельниченко

*Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашиникова
Ижевск, Российская Федерация
e-mail: dmitry221181@mail.ru*

О. Ф. Шихова

*Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашиникова
Ижевск, Российская Федерация
e-mail: olgashihova18@mail.ru*

Аннотация. *Введение.* Вопросы подготовки в вузах специалистов с устоявшейся духовно-нравственной ценностной рамкой сегодня приобретают особую актуальность. Способствовать ответам на них должны изменения в методах и формах воспитательной работы и прежде всего ее переориентация на учебный процесс. Одним из инструментов реализации изменений в образовательном процессе, направленном на достижение не только обучающихся, но и воспитательных целей, может стать STEAM-технология. *Постановка задачи.* Цель исследования – теоретическое обоснование воспитательного ресурса STEAM-технологии при формировании духовно-нравственных ценностей студентов вузов в учебном процессе. *Методика и методология исследования.* Методология исследования базируется на теоретических положениях интегративного подхода, позволяющего обосновать объединение в STEAM-технологии информации различных предметных областей для достижения образовательных и воспитательных целей, а также методах сравнительно-сопоставительного анализа и обобщения результатов исследований отечественных и зарубежных авторов в области педагогики, неврологии, психологии. *Результаты.* В ходе исследования раскрыт воспитательный ресурс STEAM-технологии, обусловленный интегративностью образовательного процесса. Обоснована логика воспитывающего STEAM-обучения, предполагающая два уровня интеграции: дисциплинарный и междисциплинарный, что способствует поэтапной включенности STEAM-технологии в учебный процесс, предусматривающей работу студентов в зоне ближайшего развития и активизацию блока программирования, регуляции и контроля сложных форм деятельности мозга. *Выводы.* Использование STEAM-технологии в учебном процессе способствует успешности и эффективности в вопросах достижения воспитательных целей по формированию у обучающихся духовно-нравственных ценностей и осознанной национальной гражданской позиции.

Ключевые слова: технология профессионального образования, STEAM-технология, воспитывающее STEAM-обучение, воспитательная работа, воспитательный ресурс STEAM, духовно-нравственные ценности

Для цитирования: Мельниченко Д. В., Шихова О. Ф. О воспитывающем STEAM-обучении // Профессиональное образование в современном мире. 2025. Т. 15, №2. С. 314–323. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2025-2-13>

DOI: 10.20913/2618-7515-2025-2-13

Full article

About nurturing STEAM-training

Melnichenko, D. V.

Izhevsk state technical university named M. T. Kalashnikov

Izhevsk, Russian Federation

e-mail: dmitry221181@mail.ru

Shihova, O. F.

Izhevsk state technical university named M. T. Kalashnikov

Izhevsk, Russian Federation

e-mail: olgashihova18@mail.ru

Abstract. *Introduction.* The issues of training specialists in higher educational institutions with an established spiritual and moral value framework are becoming particularly relevant today. Changes in the methods and forms of nurturing work and, above all, its reorientation to the educational process should contribute to the answers to them. STEAM technology can become one of the tools for implementing changes in the educational process aimed at achieving not only educational, but also nurturing goals. *Purpose setting.* The purpose of the study: a theoretical justification of the nurturing resource of STEAM technology in the formation of moral values of university students and a description of approaches to its implementation during the educational process. *Methodology and methods of the study.* The research methodology is based on the theoretical provisions of the integrative approach, which makes it possible to justify the integration of information from various subject areas in STEAM technology to achieve educational and nurturing goals, as well as methods of comparative analysis and generalization of the results of research by domestic and foreign authors in the field of pedagogy, neurology, psychology. *Results.* In the course of the research, the nurturing resource of STEAM technology is revealed, due to the integrativity of the educational process. The logic of nurturing STEAM-education is substantiated, which assumes two levels of integration: disciplinary and interdisciplinary, which contributes to the step-by-step inclusion of STEAM-technology in the educational process, providing for the work of students in the zone of immediate development and activation of the programming block, regulation and control of complex forms of brain activity. *Conclusion.* The use of STEAM-technology in the educational process contributes to the success and effectiveness in achieving educational goals for the formation of students moral values and a conscious national citizenship.

Keywords: technology of vocational education, STEAM-technology, Nurturing STEAM-education, nurturing work, nurturing resource STEAM, moral values

Citation: Melnichenko, D. V., Shihova, O. F. [About nurturing STEAM-training]. *Professional education in the modern world*, 2025, vol. 15, no. 2, pp. 314–323. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2025-2-13>

Введение. Геополитическая ситуация в мире определяет для Российской Федерации главную на сегодня задачу – защиту национальных интересов в рамках построения справедливого многополярного мира. Решение этой задачи невозможно без единения российского общества на основе традиционных для страны духовно-нравственных ценностей, национальной идентичности, осознанной гражданской позицией каждого из нас. В связи с этим высшие учебные заведения страны должны стать не только местом подготовки обучающихся к будущей профессиональной деятельности, но и средой, воспитывающей специалистов в духе созидательного патриотизма.

Для того чтобы профессиональные компетенции студентов были неразрывно связаны с их духовно-нравственными ценностями и национальными ориентирами как основой российского

общества, необходимо совершенствовать формы и методы воспитательной работы с молодежью. Должен измениться, по нашему мнению, подход к достижению воспитательных целей, в том числе благодаря неразрывности процессов воспитания и обучения – обучение должно стать воспитывающим.

На наш взгляд, инструментом воспитывающего обучения может стать STEAM-технология, базирующаяся на проектном, проблемном и практико-ориентированном методах, способах и приемах, использование которых в рамках STEAM-образования существенно увеличивает охват эффективного воспитательного воздействия.

STEAM-образование – интегрированная образовательная модель, объединяющая точные, естественные, инженерные науки, технологии и искусство. Это нашло отражение в аббревиа-

туре и термине «STEAM» благодаря интеграции метных областей и направлений, представленных в единую программу обучения содержания пред- в таблице 1.

Таблица 1. Предметные области STEAM
Table 1. STEAM Subject Areas

Аббревиатура	Направления	Предметная область
S	Science (естественные науки)	Науки, описывающие закономерности развития Вселенной и мира
T	Technology (технологии)	Технологии в широком смысле: возможность применить знания для решения прикладных задач
E	Engineering (инженерия)	Проектирование процессов создания какой-либо продукции
A	Art (искусство)	Творческая деятельность, в том числе визуализация учебных материалов
M	Mathematics (математика)	Точные науки

Постановка задачи. Цель статьи – теоретическое обоснование воспитательного ресурса STEAM-технологии при формировании духовно-нравственных ценностей студентов в учебном процессе. Основные задачи исследования:

1) провести анализ научно-педагогической литературы и обобщить опыт педагогов, психологов, врачей-неврологов о воспитательном воздействии обучения;

2) выявить воспитательный ресурс STEAM-технологии и описать подходы ее реализации в учебном процессе.

Методика методология исследования. Методологической основой исследования служат теоретические положения интегративного подхода, обосновывающие объединение в STEAM-технологии знаний различных предметных областей для формирования целостности в достижении обучающих и воспитательных целей. Интегративный подход направлен на межличностную, внутрипредметную и межпредметную интеграцию. Он предполагает применение различных форм проведения учебных занятий, что позволяет уйти от однообразия в преподавании вузовских дисциплин и делает образовательный процесс более увлекательным.

В ходе исследования воспитательного воздействия учебного процесса в логике STEAM использовались методы сравнительно-сопоставительного анализа и обобщения результатов работ зарубежных и отечественных авторов в области

психологии, неврологии и педагогики, что позволило выявить условия формирования у студентов ценностных установок.

Результаты. Впервые STEAM упоминается в середине 1990-х гг., а в образовательный процесс включен лишь в 2001 г. в США. Как интегрированный и междисциплинарный подход в обучении STEAM не представляет собой единого каркаса по предметной составляющей. В ходе развития данного вида обучения появился термин STEAM за счет включения в него блока «Art» [1–3]. Встречаются и другие дополнительные блоки, что приводит к изменению в аббревиатуре этой технологии. Так, по мнению исследователя С. F. Quigley с соавторами, направление «искусство» появилось как ответ на увеличившийся запрос со стороны преподавателей на творческое междисциплинарное обучение, нереализованное в STEAM [4]. Поддерживает это мнение и Н. Uştu с коллегами, подчеркивая, что блок «Art» развивает творческое мышление обучающихся [5].

В немногочисленных публикациях описываются примеры использования STEAM-технологии в проектной деятельности обучающихся, преимущественно школьников [6–8]. Анализ содержания этих STEAM-проектов показал, что их авторы ставят лишь образовательные задачи, не акцентируя внимание на воспитательных. Между тем рассмотренные проекты обладают, на наш взгляд, огромным воспитательным ресурсом, авторская характеристика которого дана в таблице 2.

Таблица 2. Задачи, решаемые STEAM-проектами
 Table 2. Tasks solved by STEAM-projects

STEAM-проект	STEAM-блоки	Образовательные задачи	Воспитательные задачи
«Настольная лампа» [8]	<ul style="list-style-type: none"> – Science: проведение дизайн-исследования; – Technology: составление технической документации, электрических схем, технологических карт; – Engineering: изготовление и сборка изделия; – Art: дизайн-проектирование будущего изделия, эскизирование, декорирование; – Mathematics: расчет себестоимости изделия 	Изучение основ электротехники: электрический ток и приборы, электрическая цепь и схема, энергетическая безопасность. Интеграция дизайн-проектирования, современных цифровых сервисов на основе STEAM реализации практической работы	Формирование у студентов: <ul style="list-style-type: none"> – уважительного отношения к учебной деятельности; – ответственности; – коллективизма; – опыта сотрудничества и сотворчества; – самостоятельности, проявления лидерских качеств; – творческого мышления; – коммуникативности; – нравственных ценностей на основе решения важных технических, социальных и экологических задач
Экспериментальная модель роботизированного автомобиля, проводящего анализ почвы [9]	<ul style="list-style-type: none"> – Science: биология, мехатроника; – Technology: составление технической документации; – Engineering: изготовление прототипа; – Art: 3D-моделирование; – Mathematics: математические расчеты движения робота 	Изучение основ мехатроники и почвоведения	
«Органы кровообращения» [10]	<ul style="list-style-type: none"> – Science: биология, физика; – Technology: составление технической документации; – Engineering: изготовление изделия; – Art: построение графиков и диаграмм в результате эксперимента 	Изучение основ: <ul style="list-style-type: none"> – анатомии и почвоведения; – биологических знаний на интегративной основе экспериментов 	

Воспитательным потенциалом, по нашему мнению, обладает и учебный курс «Прикладное программирование на языках высокого уровня», описание которого приведено в работе сотрудников РГПУ им. А.И. Герцена И.А. Кудрявцева и М.В. Швецкого [9]. Курс предусматривает обучение студентов квантовым вычислениям, поэтому блок Science (Естественные науки) содержит элементы квантовой механики, а блок Technology (Технологии) – IT-технологии, включая как процессы, так и результаты функционального (Haskell) и квантового (QCL) программирования. К блоку Engineering (инженерия) относится конструирование квантовых схем и моделирование их работы благодаря квантовому программированию. Обучающиеся создают и испытывают компьютерные модели будущих квантовых компьютеров. Блок Mathematics (математика) содержит линейную алгебру, алгебру комплексных чисел и кватернионов [9]. Блок Art (искусство) отвечает за визуализацию (диаграммы, схемы и т.д.) STEAM-обучения. Воспитательное воздействие курса мы видим в том, что он создает условия для творческой индивидуальности каждого студента, дает им возможность для самореализации в процессе программирования сложных, нестан-

дартных задач. Курс также способствует формированию основ коммуникации, культуры общения и нравственных ценностей благодаря вовлеченности студентов в решение задачи обеспечения технологического суверенитета страны.

Основой STEAM-обучения является объединение трех компонентов: междисциплинарного, проектного и практико-ориентированного [3]. При этом два метода STEAM-обучения являются основополагающими: метод проблемного обучения и метод проектов. Метод проблемного обучения предполагает две группы ситуаций. Проблемная ситуация, возникшая «с удивлением», когда обучающийся сталкивается с научными фактами, для объяснения которых ему не хватает знаний и опыта. Проблемная ситуация, возникшая «с затруднением», когда обучающемуся необходимо выполнить задание, которое не имеет решения. Проектный метод через проектную деятельность основан на детальной проработке проблемы. Проблема эта в инертности мышления, стереотипности решения задач, основанных на опыте и истории, которые необходимо преодолеть. Важным фактором является нестандартное мышление – способность смотреть на задачи и их решение разными способами [10].

Решение таких задач в ходе STEAM-обучения позволяет воспитать в обучающихся коллективизм, чувство взаимопомощи и ответственности, развивает творческое и визуальное мышление, способствует умению вести конструктивный диалог и развивает коммуникативные навыки, заставляет приходить к компромиссам в командной работе, помогает в ранней профессиональной ориентации, освоению творческих подходов в учебной деятельности и формированию лидерских качеств [2; 11–13]. Все это свидетельствует о воспитательном ресурсе STEAM.

Обратимся, в связи с этим к классику отечественной психологии и педагогики Л. С. Выготскому. Он вводит понятие зоны ближайшего развития – расхождения между зоной актуального развития (трудность задач, решаемых обучающимся самостоятельно) и уровнем его потенциального развития, достигаемого при сотрудничестве с преподавателем.

Л. С. Выготский отмечает, что, работая в сотрудничестве, ближайшая стадия развития принесет результат, благодаря которому обучающийся переместится на уровень реального умственного развития [14, с. 32]. Говоря об уровне актуального развития, Л. С. Выготский характеризует его успехи как итоги на день вчерашний, а зона ближайшего развития, по его мнению, характеризует развитие уже на завтрашний день [14, с. 379]. При этом педагог допускал, что понятие зоны ближайшего развития достаточно широкое и может быть распространено на все стороны личности.

Ученый подчеркивал, что правильное воспитание заключается в том, чтобы разбудить в обучающемся то, что в нем есть, помочь этому развиться и направить это развитие в определенную сторону [14, с. 280]. Более того, развитие внутренних индивидуальных свойств личности обучающегося имеет ближайшим источником его сотрудничество с другими людьми [14, с. 34]. В нашем случае – преподавателями. Очень важно понимать, что обучение опирается на незрелые, но созревающие процессы, а вся область этих процессов охватывается зоной ближайшего развития [14, с. 36].

Эффективность STEAM-обучения, конечно, зависит от желания и умения преподавателя регулировать работу обучающихся в рамках данного сотрудничества, воплощать новые идеи в рамках STEAM-проектов. Так, в своей работе с соавторами В. S. Hughes обосновал повышение эффективности обучения естественным наукам благодаря STEAM-подходу [15], а X. Liu и Y. Huang в своем исследовании показали, что преподавание инженерно-технических дисциплин у студентов, где использовался STEAM-подход, на взгляд обучающихся, было более продуктивным [16].

Одним из недостатков старых образовательных программ Л. С. Выготский называл присутствие в них разрозненных и отдельных конкретных фактов. Между тем обучающийся сам строит теории о происхождении вещей и мира. Эта тенденция в его развитии и воспитании должна быть использована в процессе обучения и определения основного пути, по которому должна строиться в определенной системе программа от первого до последнего года [14, с. 363]. Речь идет об интегративном подходе и интеграции нескольких предметов при развитии обучающегося и максимального использования зоны ближайшего развития для его обучения и воспитания. И важно: одно из главных отличий STEAM-подхода от традиционного обучения заключается в том, что приобретенные обучающимися знания становятся их собственными открытиями [17]. Это отвечает нашим задачам согласно идеям Л. С. Выготского. При этом в контексте самостоятельной работы и поиске решений STEAM-задач проходят самосовершенствование и самовоспитание, которые невозможны, по мнению В. А. Сухомлинского, без друга-наставника: «Это сложное человеческое сознание и чувствование того, что не я один смотрю сам на себя; зорко смотрит на меня и видит меня мой верный друг» [18, с. 262]. Именно наставник-преподаватель в сотрудничестве с обучающимся поможет ему переместиться из зоны актуального развития в зону ближайшего развития.

Л. С. Выготский также утверждал, что все формы технического творчества приобретают огромное значение в связи с тем, что направляют обучающихся к новой области, где находит отражение в творческом воображении [14, с. 317]. И именно STEAM-подход позволяет подходить к изучению предметной области инженерных дисциплин через техническое творчество. Через интеграцию творческого блока «Art» – к техническим блокам STEAM.

В 1973 г. психолог и врач-невролог А. Р. Лурия изложил концепцию о трех структурно-функциональных блоках мозга: блок регуляции тонуса и бодрствования; второй блок – блок приема, переработки и хранения информации; третий – блок программирования, регуляции и контроля сложных форм деятельности [19, с. 64]. Обратим внимание на блок №3 – блок программирования, регуляции и контроля сложных форм деятельности. Этот блок связан с организацией активной сознательной деятельности человека. Его составляющие расположены в передних отделах больших полушарий впереди от центральной извилины. Этот блок отвечает за формирование целей, за выбор возможных способов действий, самостоятельную оценку, самоконтроль и критическое отношение к нему, саморазвитие и самовоспитание. Эти

составляющие реализуются благодаря активности лобных долей мозга. При поражении данного блока (или его неразвитости) возникают нарушения наиболее сложных форм регуляции сознательной деятельности. Возникают сложности при построении планов на будущее, в формировании намерений и целей индивидуума [19, с. 81]. Развитие этого структурно-функционального блока мозга является определяющим при реализации воспитывающего STEAM-обучения. На наш взгляд, практические занятия в рамках STEAM-подхода направлены на развитие данного блока мозга. Изучение технических дисциплин может быть не только сложным, но и увлекательным, если использовать игровые элементы, викторины, конкурсы и деловые игры в стиле STEAM, которые будут оказывать и воспитательное воздействие на обучающихся.

Соглашается с А.Р. Лурия и психолог Alison Preston с коллегами из университета Техаса. Они экспериментально установили, какие зоны мозга ответственны за обработку новой информации и воздействуют впоследствии на принятие решений. Гиппокампу отведи центральное место в процессе познания, а в префронтальной коре (зона в передней части мозга в третьем блоке, по А.Р. Лурия) генерируются мысли и действия [20].

Исследователи Е.В. Зубеева и В.В. Мыльник выделили семь зон памяти человека в системе передачи знаний: зрительная, слуховая, тактильная, доминантная, ассоциативная, интуитивная и резонансная память. Обратим внимание на два последних вида памяти.

Резонансная память – нейрофизическое понятие. Информация сохраняется в невидимой резонансной связи между нервными клетками и проявляется в форме воображения, мышления, сознания и подсознания. Этот вид памяти имеет большое значение в воспитательном процессе, и, по мнению исследователей, для студенческой возрастной группы ее развитие происходит благодаря соединению сложных образов с точки зрения их логической связи [21]. STEAM-подход как интегративная модель обучения предполагает выстраивание обучающимися логических связей между различными науками (STEAM-блоками), а значит, позволяет развивать резонансную память.

Доминантная память многоуровневая. Она придает человеку черту характера, которая проявляется в стремлении и, главное, способности быть лидером группы к развитию самостоятельности и настойчивости. Вырабатывает лидерские качества. Для развития этой памяти в студенческой возрастной группе обязательны систематизация информации, обработка исходного материала по конкретной тематике, формулировка выводов. И делать это можно в том числе с помощью таких

видов работ, как деловая игра и головоломки (викторины, логические задачи) [21].

Исследователи С.М. Коношенко и А.В. Петрущенко доказали, что при решении образовательных задач с помощью STEAM-технологии средний балл когнитивных способностей обучающихся, согласно тестированию, увеличился почти в три раза [22], что демонстрирует воспитательный потенциал STEAM в части формирования мировоззрения и активизации познавательной деятельности студентов.

Воспитательный ресурс в ходе реализации STEAM-обучения состоит еще и в задачах открытого типа, которые предполагают множество решений. Важным становится путь к поиску решения каждого конкретного обучающегося и умению аргументировать выбор своей траектории решения открытой задачи [23, с. 139–140]. Таким образом, в STEAM-подходе приобретенные студентами знания становятся «собственными открытиями» [17]. Учесть это отличие при создании STEAM-уроков и образовательных программ можно за счет [12]:

- разработки реальных проектов (не теоретических), которые создаются на стыке наук;
- формулирования «открытых» задач и задач с множественным решением;
- изучения закономерностей через «собственные открытия»;
- движения от решения практических задач к общим решениям, идеям и теориям;
- включения в образовательный процесс соревновательных и игровых элементов.
- организации командной работы в целях стимулирования коммуникативности и сотрудничества.

Исследователь G. Yakman утверждает, что существует два уровня изучения STEAM. На дисциплинарном уровне изучаются конкретные предметные области. Основная задача – изучить отдельные базовые дисциплины. Затем выработанное дисциплинарное мышление переносится на другой учебный материал. Научившись переносить объекты и методы исследования из одной STEAM-дисциплины в другую при изучении конкретной проблемы, обучающийся оказывается на междисциплинарном уровне интеграции [11].

На наш взгляд, воспитательный ресурс STEAM-практик можно реализовывать в рамках обоих подходов: дисциплинарного и междисциплинарного. Инструментом реализации воспитывающих внутридисциплинарных STEAM-практик могут быть [24; 25] взаимообучение, самооценка и самооценка обучающихся в рамках практических и самостоятельных занятий; лекции обучающихся в ходе педагогической практики с обязательным включением проблемных и открытых вопросов; курсовые STEAM-работы и STEAM-проекты в рамках одной дисциплины.

Междисциплинарный STEAM-подход подразумевает две траектории развития [25; 26]. Первая – расширение перечня выбранных учебных предметов, вторая – интеграция методов и технологий разных дисциплин при решении прикладных задач проблемного характера.

Выводы. В ходе исследования установлено, что воспитывающее STEAM-обучение, включающее в себя командную и самостоятельную работу, воспитывает в студентах коллективизм, взаимоуважение и взаимопомощь. У обучающихся формируется чувство сопричастности к развитию выбранной профессиональной отрасли, расширяется кругозор за счет решения прикладных и профессионально-ориентированных задач. Задачи открытого и аутентичного типа в ходе использования STEAM-технологии при пересечении областей знаний различных предметов способствуют развитию критического мышления, что влияет

и помогает в эффективном и быстром реагировании на личные, профессиональные и государственные вызовы. Воспитывающее STEAM-обучение позволяет развивать внутренние индивидуальные свойства личности обучающегося за счет работы в зоне ближайшего развития. Разработка реальных и прикладных STEAM-проектов с добавлением игровых элементов и деловых игр активно включает в работу блок программирования, регуляции и контроля сложных форм деятельности мозга, что также способствует достижению воспитательных целей. STEAM-подход оказывает влияние на развитие доминантной памяти, что проявляется в формировании лидерских качеств и самостоятельности обучающихся.

Таким образом, STEAM-технология обосновывает возможность проектирования STEAM-обучения для решения образовательных и воспитательных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сологуб Н. С., Аршанский Е. Я. Особенности построения учебной дисциплины «STEAM-подход в естественнонаучном образовании» в контексте подготовки будущих учителей естественнонаучных учебных предметов // *Высшая школа: наукова-метадычны і публіцыстычны часопіс*. 2021. №3 (143). С. 47–52.
2. Сабирова Ф. М., Анисимова Т. И. Теория и практика реализации STEAM-образования: учеб. пособие. Казань: Школа, 2022. 108 с.
3. Конюшенко С. М., Кузьмин С. В. Основа STEAM обучения // *Лучшие практики общего и дополнительного образования по естественнонаучным и техническим дисциплинам: материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН К. А. Валиева (Елабуга, 17 января 2023 г.)*. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2023. С. 251–260.
4. Quigley C. F., Herro D., Shekell C. et al. Connected Learning in STEAM Classrooms: Opportunities for Engaging Youth in Science and Math Classrooms // *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2020. № 18. P. 1441–1463. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10034-z>
5. Uştu H., Saito T., Mentiş Taş A. Integration of Art into STEM Education at Primary Schools: an Action Research Study with Primary School Teachers // *Systemic Practice and Action Research*. 2022. № 35. P. 253–274. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11213-021-09570-z>
6. Гуляр Н. В., Макленкова С. Ю. Реализация STEAM-обучения с помощью дизайн-проектирования на уроках технологии в основной школе // *Интеграция науки, технологии и образования: ИНТО-2023: материалы VIII Межрегиональной конференции (Москва, 19 апреля 2023 г.)*. Москва: Московский педагогический государственный университет, 2023. С. 85–92.
7. Кузнецова Л. Г. Организация STEAM-обучения путем интеграции предметов естественно-математического цикла в проектной деятельности // *Актуальные проблемы математики и естественных наук: материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию доцента Р. А. Акбердина (Петропавловск, Барнаул, Сургут, Новосибирск, 04 фев. 2022 г.)*. Сургут: Сургутский государственный педагогический университет, 2022. С. 431–434.
8. Хачатурьянц В. Е., Теремов А. В. Использование элементов STEAM-образования в межпредметной интеграции биологических знаний школьников на базе создаваемой в России сети кванториумов // *Евразийский союз ученых*. 2021. №1–1 (82). С. 56–60.
9. Швецкий М. В., Кудрявцева И. А. STEM-обучение генерации запутанных квантовых состояний GHZn и Wn // *Научное мнение*. 2021. №6. С. 75–85.
10. Зайнуллина А. Ф., Плотникова О. В., Емельянова А. Р. Методические рекомендации по организации технологии STEAM в дополнительном образовании: интеграция естественно-научной, технической и художественной направленностей // *Про-ДОД*. 2023. №3 (45). С. 37–50.
11. Yakman G. STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. URL: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education/link/5b89d6b24585151fd1403a90/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 (дата обращения: 03.10.2024).

12. Водолажская Т., Король Д., Коваленок Т., Мельченко А. STEM-подход в образовании: идеи, методы, перспективы // Репозиторий БГПУ. 2021. URL: <http://elib.bspu.by/handle/doc/41934> (дата обращения: 01.10.2024).
13. Синельников И. Ю., Худов А. М. STEM как инновационная стратегия интегрированного образования: передовой опыт, перспективы, риски // Инновационные технологии в области профессионального образования. 2020. №3. С. 54–62.
14. Выготский Л. С. Психология развития ребенка. Москва: Смысл: Эксмо, 2005. 512 с.
15. Hughes B. S., Corrigan M. W., Grove D. et al. Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States // *International Journal of STEM Education*. 2022. №9. P. 58. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00375-7>
16. Huang Y., Liu X. The analysis and research of STEAM education based on the TAM algorithm model to improve the learning effectiveness of higher vocational engineering students // *Evolutionary Intelligence*. 2022. № 15. P. 2597–2607. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12065-021-00619-5>
17. Земсков А. М., Истомина Е. А. Современные возможности применения элементов STEAM-технологии в общем образовании // STEAM-технология в профильном образовании: сборник материалов дистанционной конференции. Калининград: КНВМУ, 2022. С. 37–39.
18. Сухомлинский В. А. Как воспитать настоящего человека. Москва: Педагогика. 1989. 288 с.
19. Лурия А. Р. Основы нейропсихологии: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. Москва: Академия. 2013. 384 с.
20. Michael L. Mack, Bradley C. Love, Alison R. Preston. Dynamic updating of hippocampal object representations reflects new conceptual knowledge. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2016. P. 201614048 DOI: 10.1073/pnas.1614048113
21. Мыльник В. В., Зубеева Е. В. Система передачи знаний с использованием семи зон памяти человека // Научные труды Вольного экономического общества России. 2018. Т. 213, №5. С. 383–398.
22. Конюшенко С. М., Петрущенко А. В. Влияние STEAM-обучения на улучшение когнитивных навыков студентов // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: материалы V Международной научной конференции. Красноярск, 2021. С. 157–161.
23. Солодихина М. В., Солодихина А. А. Развитие критического мышления магистрантов с помощью STEM-кейсов // *Образование и наука*. 2019. Т. 21, №3. С. 125–153.
24. Иманова А. Н., Самуратова Р. Т., Жуманбаева А. О. STEAM-технологии: инновации в естественнонаучном образовании // *Достижения науки и образования*. 2018. Т. 2, №8. С. 35–37.
25. Обухов А. С., Ловягин С. А. Задания для практики STEM-образования: от суммы частных задач и учебных дисциплин к целостному деятельностному междисциплинарному подходу // *Исследователь/Researcher*. 2020. С. 63–82.
26. Мельниченко Д. В. Воспитательный потенциал STEAM-практик при подготовке будущих педагогов инженерно-технического профиля // *Вестник Удмуртского университета. Серия Философия. Психология. Педагогика*. 2024. Т. 34, №1. С. 74–82.

REFERENCES

1. Sologub N. S., Arshansky E. Ya. Features of the construction of the academic discipline «STEAM approach in natural science education» in the context of training future teachers of natural science subjects. *Higher School: scientific, methodological and journalistic journal*, 2021, no. 3 (143), pp. 47–52. (In Russ.)
2. Sabirova F. M., Anisimova T. I. *Theory and practice of STEAM education implementation: a textbook*. Kazan, Shkola Publ., 2022, 108 p. (In Russ.)
3. Konyushenko S. M., Kuz'min S. V. The basis of STEAM learning. *The best practices of general and additional education in natural sciences and technical disciplines: proceedings of the III International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences K. A. Valiev (Yelabuga, January 17, 2023)*. Kazan, Kazan (Volga Region) Federal University, 2023, pp. 251–260. (In Russ.)
4. Quigley C. F., Herro D., Shekell C. et al. Connected Learning in STEAM Classrooms: Opportunities for Engaging Youth in Science and Math Classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2020, no. 18, pp. 1441–1463. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10034-z>
5. Uştu H., Saito T., Mentiş Taş A. Integration of Art into STEM Education at Primary Schools: an Action Research Study with Primary School Teachers. *Systemic Practice and Action Research*, 2022, no. 35, pp. 253–274. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11213-021-09570-z>
6. Gulyar N. V., Maklenkova S. Yu. Implementation of STEAM-learning through design in technology lessons in primary school. *Integration of science, technology and education: INTO-2023: proceedings of the VIII Interregional Conference (Moscow, April 19, 2023)*. Moscow, Moscow Pedagogical State University, 2023, pp. 85–92. (In Russ.)

7. Kuznecova L. G. Organization of STEAM-training by integrating subjects of the natural and mathematical cycle in project activities. *Actual problems of Mathematics and Natural Sciences: proceedings of the X International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Associate Professor R. A. Akberdin* (Petrovavlovsk, Barnaul, Surgut, Novosibirsk, February 04, 2022). Surgut, Surgut State Pedagogical University, 2022, pp. 431–434. (In Russ.)
8. Hachatur'yanc V. E., Teremov A. V. The use of STEAM-education elements in the interdisciplinary integration of biological knowledge of schoolchildren on the basis of a network of quantoriums being created in Russia. *Eurasian Union of Scientists*, 2021, no. 1–1 (82), pp. 56–60. (In Russ.)
9. Shveckij M. V. STEM-learning to generate entangled quantum states GHZ_n i Wn. *Scientific Opinion*, 2021, no. 6, pp. 75–85. (In Russ.)
10. Zajnullina A. F., Plotnikova O. V., Emel'yanova A. R. Methodological recommendations on the organization of STEAM-technology in additional education: integration of natural science, technical and artistic directions. *PRODOD*, 2023, no. 3 (45), pp. 37–50. (In Russ.)
11. Yakman G. *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education*. URL: https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education/link/5b89d6b24585151fd1403a90/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 (accessed 03.10.2024).
12. Vodolazhskaya T., Korol' D., Kovalenok T., Mel'chenko A. STEAM-approach in education: ideas, methods, prospects. *The BSPU Repository*, 2021. URL: <http://elib.bspu.by/handle/doc/41934> (accessed 01.10.2024). (In Russ.)
13. Sinel'nikov I. Yu., Hudov A. M. STEAM as an innovative strategy for integrated education: best practices, prospects, risks. *Innovative Technologies in the Field of Vocational Education*, 2020, no. 3, pp. 54–62. (In Russ.)
14. Vygotsky L. S. *Psychology of child development*. Moscow, Smysl, Eksmo Publ., 2005, 512 p. (In Russ.)
15. Hughes B. S., Corrigan M. W., Grove D. et al. Integrating arts with STEM and leading with STEAM to increase science learning with equity for emerging bilingual learners in the United States. *International Journal of STEM Education*, 2022, no. 9, p. 58. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00375-7>
16. Huang, Y., Liu, X. The analysis and research of STEAM education based on the TAM algorithm model to improve the learning effectiveness of higher vocational engineering students. *Evolutionary Intelligence*, 2022, no. 15, pp. 2597–2607. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12065-021-00619-5>
17. Zemskov A. M., Istomina E. A. Modern possibilities of using STEAM-technology elements in general education. *STEAM technology in specialized education: a collection of materials from a remote conference*. Kaliningrad, KNVMU, 2022, pp. 37–39. (In Russ.)
18. Suhomlinskij V. A. *How to raise a real person*. Moscow, Pedagogika Publ., 1989, 288 p. (In Russ.)
19. Luriya A. R. M. *Fundamentals of neuropsychology: studies. a student's manual. institutions of higher education*. Moscow, Akademiya Publ., 2013, 384 p. (In Russ.)
20. Michael L. Mack, Bradley C. Love, Alison R. Preston. Dynamic updating of hippocampal object representations reflects new conceptual knowledge. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2016, p. 201614048. DOI: [10.1073/pnas.1614048113](https://doi.org/10.1073/pnas.1614048113)
21. Myl'nik V. V., Zubeeva E. V. A knowledge transfer system using seven human memory zones. *Scientific papers of the Free Economic Society of Russia*, 2018, vol. 213, no. 5, pp. 383–398. (In Russ.)
22. Konyushenko S. M., Petrushchenkov A. V. The impact of STEAM learning on improving students' cognitive skills. *Informatization of education and e-learning methods: digital technologies in education: proceedings of the V International Scientific Conference*. Krasnoyarsk, 2021, pp. 157–161. (In Russ.)
23. Solodihina M. V., Solodihina A. A. Development of critical thinking of undergraduates using STEAM cases. *Education and Science*, 2019, vol. 21, no. 3, pp. 125–153. (In Russ.)
24. Imanova A. N., Samuratova R. T., Zhumanbaeva A. O. STEAM-technologies: innovations in science education. *Achievements of Science and Education*, 2018, vol. 2, no. 8, pp. 35–37. (In Russ.)
25. Obuhov A. S., Lovyagin S. A. Tasks for the practice of STEM education: from the sum of particular tasks and academic disciplines to a holistic activity-based interdisciplinary approach. *Researcher*, 2020, pp. 63–82. (In Russ.)
26. Mel'nichenko D. V. The educational potential of STEAM practitioners in the preparation of future teachers of engineering and technical profile. *Bulletin of Udmurtsko univercity. Ser. Philosophy. Psychology. Pedagogic*, 2024, vol. 34, no. 1, pp. 74–82. (In Russ.)

Информация об авторах

Мельниченко Дмитрий Валентинович – аспирант кафедры «Инженерная графика, профессиональная педагогика и технология рекламы», Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова (Российская Федерация, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, e-mail: dmitry221181@mail.ru).

Шихова Ольга Федоровна – доктор педагогических наук, профессор кафедры «Инженерная графика, профессиональная педагогика и технология рекламы», Ижевский государственный технический университет им. М. Т. Калашникова (Российская Федерация, 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 7, e-mail: olgashihova18@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 23.10.2024

После доработки 07.07.2025

Принята к публикации 18.07.2025

Information about the authors

Dmitrij V. Melnichenko – postgraduate student of the department of «Engineering graphics, Professional Pedagogy and Computer technology», Izhevsk State Technical University named M. T. Kalashnikov (7 Studencheskaya str., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: dmitry221181@mail.ru).

Olga F. Shihova – doctor of pedagogical sciences, professor of the department of «Engineering graphics, professional pedagogy and computer technology», Izhevsk State Technical University named M. T. Kalashnikov (7 Studencheskaya str., Izhevsk, 426069, Russian Federation, e-mail: olgashihova18@mail.ru).

The paper was submitted 23.10.2024

Received after reworking 07.07.2025

Accepted for publication 18.07.2025