

ОБЗОРЫ

УДК 378.1

**АНАЛИЗ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОГО
ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАЗНЫХ СТРАНАХ**

Фаритов А.Т.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова»,
Ульяновск, e-mail: anatolij-faritov@yandex.ru*

Инженерия, наука, технология и математика являются наиболее важными секторами, которые необходимо учитывать для поддержания статуса экономики, основанной на знаниях. В статье проведен анализ вопроса об инженерном образовании в разных странах. Предмет исследования – инженерное образование в разных странах мира, которое является в современных реалиях очень актуальным, поскольку применение инновационных технологий в образовательной системе занимает очень важное место в педагогической практике, соответственно, данные тенденции должны касаться и инженерного образования с целью дальнейшей модернизации и совершенствования системы. Провести детальный анализ невозможно без анализа современного состояния инженерного образования. Методология исследования – анализ научной литературы по заданной проблеме, а также практического отечественного опыта, актуального в современных реалиях. Научная новизна статьи заключается в глубинном изучении практических и теоретических актуальных данных с опорой на современные источники информации в данной области. В качестве ключевых выводов следует выделить тот факт, что существует необходимость совершенствования инженерного образования, внедрения инновационных технологий в образовательный процесс с целью модернизации устаревшей системы педагогической деятельности в области инженерии.

Ключевые слова: образование, инженерное образование, педагогика, инженеры, подготовка инженеров

**ANALYSIS OF ENGINEERING EDUCATION OF STUDENTS OF BASIC GENERAL
EDUCATION IN DIFFERENT COUNTRIES**

Faritov A.T.

*Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov, Ulyanovsk,
e-mail: anatolij-faritov@yandex.ru*

Engineering, science, technology and mathematics are the most important sectors to consider in order to maintain the status of a knowledge-based economy. The article analyzes the issue of engineering education in different countries. The subject of the research is engineering education in different countries of the world, which is very relevant in modern realities, because the use of innovative technologies in the educational system is very important in pedagogical practice, respectively, these trends should concern engineering education for the purpose of further modernization and improvement of the system. It is impossible to conduct a detailed analysis without analyzing the current state of engineering education. Research methodology-analysis of scientific literature on a given problem, as well as practical domestic experience, relevant in modern realities. The scientific novelty of the article lies in the in-depth study of practical and theoretical relevant data, based on modern sources of figures in this field. As the key conclusions, it is necessary to highlight the fact that there is a need to improve engineering education, the introduction of innovative technologies in the educational process in order to modernize the outdated system of pedagogical activity in the field of engineering.

Keywords: education, engineering education, pedagogy, engineers, training of engineers

Необходимость осуществления инженерного образования учащихся в общеобразовательных школах отмечается как отечественной, так и зарубежной педагогической наукой.

В педагогике исследован вопрос об инженерном образовании учащихся старших классов школы в рамках профильных классов (Г. Ахметзянова, О.Н. Васильева, А.В. Козлов, Н.В. Коновалова, В.В. Куимов, А.А. Лепешев, Г. Маврин, И. Макарова, Т.В. Погребная, С.А. Подлесный, О.В. Сидоркина, Д.А. Толстой, Р. Хабибуллин и др. [1–3]). Однако большим значением обладает инженерное образование в 5–9-х классах школы, особенно в 7–9-х классах, когда школьники осваивают основные естественные науки.

При анализе зарубежных источников необходимо учитывать ряд существенных обстоятельств, а именно различие в организационном построении системы школьного образования и особенности концепции подготовки школьников в рамках естественнонаучного цикла предметов. Так, старшая школа в США включает с 9-го по 12-й классы, а средняя школа – как правило, 6–8-е классы. Педагогическая концепция старшей школы в США соотносима (хотя и с определенной долей условности) со старшими классами российской школы. Соответственно, в контексте рассматриваемой нами темы необходимо брать в расчет среднюю школу. Следующее, что нужно отметить, – концептуальное различие в подходах к есте-

ественнонаучной подготовке. В США естественнонаучная подготовка укладывается в концепцию STEM, которая носит междисциплинарный характер. STEM – аббревиатура, расшифровывающаяся как наука, техника, инженерия и математика (имеется также аббревиатура STEAM, которая включает в себя также и искусство, однако, как показал анализ зарубежных публикаций, инженерная подготовка производится в рамках STEM). По своей педагогической природе STEM является полноценной образовательной парадигмой, ведущее значение в которой имеют наука и математика, однако в нее включаются также технология и инженерия. Предполагается, что STEM образование является действенным средством, позволяющим людям разрабатывать различные стратегии для решения междисциплинарных задач, сложных научных проблем, получать навыки и знания для поддержания научного лидерства США и обеспечения экономического роста страны [4].

В настоящей статье ставится цель рассмотреть взгляд отечественных и зарубежных авторов на процесс инженерного образования в школе, изучить практику инженерного образования учащихся школ для последующего внедрения в систему российского образования.

Исследование инженерного образования в средней школе посредством внеурочной деятельности ведется зарубежными педагогами в следующих аспектах: организационно-технологический аспект, мотивационный аспект, гендерный аспект. При изучении всех указанных аспектов можно проследить концептуальное отношение к инженерному образованию во внеурочной деятельности, которое отличается от отечественной практики.

В зарубежной педагогике разработка технологий внеурочной деятельности при инженерном образовании начинается с исследования мотивационного аспекта. Исследователями П.Р. Ашбакер и иными были изучены причины утраты интереса к науке и технике в старшей школе у тех школьников, которые при их обучении в средней школе отличались повышенным интересом к данным научным областям. Выявлено, что основной причиной утраты интереса является низкий уровень школьной научной подготовки. Определено, что одним из факторов мотивации к продолжению научными занятиями является включение в сообщество ученых-практиков, что положительно сказывается на социализации [5]. Данное исследование закладывает психологическую базу для развития сетевой формы инженерного образования.

Н. Зальцманом и иными было проведено анкетирование студентов первого курса колледжа инженерных специальностей на предмет участия их в мероприятиях по инженерному образованию в средней школе. Выявлено, что 89% опрошенных имеют опыт участия в инженерной деятельности. Основная часть студентов участвовали не более чем в двух инженерных мероприятиях. Эти мероприятия варьировались в зависимости от краткосрочных проектов класса или мероприятий, чтобы студенты, вовлеченные в течение нескольких лет в инженерные курсы, могли проявлять долгосрочную активность. Основным объемом инженерного образования в средней школе приходится на классную работу, вспомогательное значение имеют внеклассные мероприятия, летние лагеря, дополнительные программы [6]. Из приведенного исследования следует, что внеурочной деятельности в рамках инженерного образования в школах США уделяется мало внимания, поэтому учащиеся, имеющие мотивацию к получению инженерного образования, реализуют стремление к инженерному образованию на уроках.

При анализе зарубежного подхода к инженерной подготовке во внеурочной деятельности нельзя обойти стороной гендерный аспект, которому в педагогике США уделяется существенное внимание. Исследователи Й. Легеви, Т.А. ДиПрете пишут, что, несмотря на резкое сокращение гендерного разрыва в образовании, женщины получают научные, технические, инженерные и математические степени (STEM) гораздо более низкими темпами, нежели их сверстники-мужчины. Причина – доминирующие гендерные убеждения, которые проявляются в средних школах. Гендерные убеждения проявляются по-разному и являются системными. В первую очередь это различия между средними школами по способам и средствам привлечения учащихся STEM. Помимо этого, имеются связи между учебными программами и гендерной сегрегацией внеклассных мероприятий, что требует политического вмешательства. Отмечается, что школы, ориентированные на STEM, сокращают гендерный разрыв более чем на 25% [7]. Рассмотренная статья свидетельствует о наличии выраженной половой специфики в средних школах, что выражается в том, что наиболее часто во внеклассных мероприятиях по научной подготовке участвуют мальчики. Однако те школы, которые имеют разработанную концепцию по привлечению учащихся к STEM, производят учет гендерного аспекта.

Организационно-технологический аспект инженерного образования во внеклассной деятельности в развернутом варианте анализируется лишь изредка (данная проблема присутствует и в российской педагогике). Исследователи А. Сахин и иные произвели глубокий анализ практики инженерного образования во внеурочной деятельности в чартерных школах США [8]. Чартерные школы являются успешным результатом педагогического экспериментирования на государственном уровне. Для них отсутствует общепринятая программа, что предоставляет большую педагогическую свободу. Диплом, выдаваемый чартерной школой, имеет равную юридическую силу с дипломами других школ. Выпускники чартерных школ сдают все предусмотренные законодательством экзаменационные тесты. В чартерных школах США, ориентированных на STEM, в отличие от иных школ, развита внеурочная деятельность, в ходе которой проводятся открытые и совместные с другими школами, вузами, научными организациями научные исследования. Внеурочная работа осуществляется путем организации деятельности совместных учебных групп. Принимаются и разрабатываются внеклассные программы учебной деятельности. Существенное место занимает инженерная подготовка, связанная в том числе и с робототехникой. Деятельность совместных групп поддерживается институтом наставничества. Роль наставника выполняют как педагоги, так и студенты – выпускники школ. Важно отметить, что в состав групп входят учащиеся разных возрастов. Занятия в них проводятся не реже одного раза в неделю. В пользу образования совместных групп обучающихся в ходе внеурочной деятельности с привлечением студентов-бакалавров инженерных специальностей высказываются Д.Р. Симмон и иные, которые определили, что подобный формат взаимодействия имеет позитивное двухстороннее влияние [9].

В системе образования США существует такое явление, как интегрированные инженерные школы, обучение в которых построено по блочно-модульным программам. Хотя ориентация в данных школах при инженерном образовании направлена на классные формы работы, также происходит развитие и внеурочной деятельности. К тому же блочные программы обучения представляют собой синтез урочной и внеурочной деятельности. В качестве такого примера можно привести восьминедельную программу средней школы по обучению химии, направленную на изучение атомных взаимодействий, реакций и энергетических

изменений в реакциях в рамках инженерного проектирования как процесса.

В США имеется позитивный опыт внеурочной деятельности по инженерному образованию в средней школе, способствующей как приобретению инженерных знаний, так и общему расширению научного кругозора учащихся. Анализ отдельных форм внеурочной деятельности, распространенных в американской практике, приведен Т.В. Абернати, Р.Н. Винъярдом [10]. Внеурочная деятельность складывается из функционирования научных клубов, посещения музеев, зоопарков, планетариев, национальных музеев, парков и природных объектов. Помимо этого, в отдельных школах разрабатываются внеурочные программы по робототехнике, организуются научные ярмарки и олимпиады. Деятельность по инженерному образованию включает в себя проектирование, программирование, решение проблем с использованием готового программного обеспечения. Популяризация инженерной деятельности производится также и путем изучения актуальных для современного времени проблем.

В российской педагогике тема инженерного образования во внеурочной деятельности в 7–9-х классах общеобразовательной школы практически не присутствует. Исследователями рассматриваются общие методологические основы и анализируются отдельные формы внеурочной деятельности. В науке не имеется как обобщений успешного опыта инженерной подготовки, так и концепций по подготовке учеников посредством внеурочной деятельности. Подобная ситуация обусловлена как общими проблемами в подготовке инженерных кадров, так и отсутствием системного практического опыта.

Авторами А.А. Кирсановым, В.Г. Ивановым, В.В. Кондратьевым разработаны методологические основы инженерной педагогики (основания, понятия, функции и др.) [11], однако практических рекомендаций по организации внеурочной деятельности исследователи не выдвигают. Инженерная педагогика представляет теоретический анализ инженерного образования на всех его стадиях. На основе положений, разрабатываемых инженерной педагогикой, возможно построение отдельных концепций инженерного образования.

В литературе приводятся сведения об эффективности организации инженерной школы по сетевому принципу. По мнению А.С. Чиганова, А.С. Грачева, сетевой принцип позволяет включить в инженерное образование учащихся, педагогов, родителей, представителей вузов и производственных

предприятий [12, с. 34]. Мы полагаем, что сетевой принцип целесообразно адаптировать под внеурочные формы деятельности.

Решение методических вопросов связано с объединением знаний и различных наук. Поэтому большой значимостью обладает вопрос об установлении межпредметных связей. Инженерное образование в школе носит межпредметный характер. В этой связи исследователи В.И. Тесленко, И.В. Богомаз пишут о необходимости обновления методической документации с целью создания единой системы понятий и учебно-познавательных умений [13, с. 94].

О неудовлетворительном состоянии инженерной подготовки в 7–9-х классах свидетельствует то обстоятельство, что будущие инженеры принимают решение о получении инженерного образования лишь в старших классах. А.В. Меренковым, О.Я. Артемом проведено исследование процесса формирования профессиональной ориентации абитуриентов, поступающих на инженерные специальности. Определено, что до 9-го класса школы со своей будущей инженерной специальностью определились только 14% абитуриентов [14, с. 87]. Это свидетельствует о наличии проблем в механизме профессиональной ориентации.

Педагогами, занимающимися как научной, так и практической деятельностью, приводятся рекомендации по инженерному образованию и описываются примеры построения внеурочной деятельности. Так, Н.С. Сенюшкин пишет о создании в общеобразовательных школах клубов робототехники при участии инженерно-технических вузов [15, с. 377]. Однако исследователь не дает пояснений относительно возраста участников кружка. Н.С. Сенюшкин называет наиболее эффективной формой организации обучения робототехнике в школе клубную работу, курируемую техническим вузом. Школьники активно входят в контакт с вузом, что способствует их профессиональной ориентации. Клубная работа должна дополняться изучением робототехники на уроках. При этом урочному и внеурочному обучению присуще единство предмета, в который входят принципы и методы разработки, конструирования и программирования управляемых электронных устройств на базе микроконтроллера с открытым языком программирования, а также конструирование механических платформ для робота [15, с. 378].

Достоинства конструкторов при обучении робототехнике указаны К.А. Вегнером. Основным средством обучения робототехнике в средней школе служит конструктор Lego Mindstorms, который состоит из стан-

дартных деталей Lego (планки, оси, колеса, шестерни), сенсоров, двигателей и программируемого блока NXT. Главным достоинством данного конструктора является наличие программируемого блока. При работе с конструктором учащиеся приобретают опыт решения нестандартных задач, выбора варианта робототехнического устройства на альтернативной основе. У молодежи повышается интерес к технике, программированию, конструированию [16, с. 18].

И.Я. Гладких, А.В. Якушин разработали методические материалы для кружка робототехники в средней школе. Указывается, что учащиеся в результате участия в деятельности кружка будут уметь: использовать знания в области робототехники и информационных технологий для создания простых устройств; мотивированно выбирать различные технические узлы для реализации взаимодействия робота с внешним миром; использовать программу Lego MindStorms Education NXT для реализации программного управления; модифицировать и корректировать созданные роботизированные устройства [17, с. 839].

Вопрос об организации внеурочной деятельности по робототехнике в основной школе подробно рассматривается В.И. Филипповым. Автором разработана и успешно апробирована программа обучения робототехнике на базе МБОУ «Гимназия № 11» г.о. Балашиха. Сделаны выводы о том, что методика обучения по модулю курса «Робототехника шаг за шагом» позволяет производить мониторинг развития универсальных учебных действий учащихся. В программе выделены критерии основных УДД при выполнении заданий в модулях курса. Курс в целом и целом представляет собой интегрированную систему обучения конструированию и программированию робототехнических систем и является эффективным средством развития УДД [18]. В дальнейшем исследователем разработана модель организации внеурочной деятельности по направлению «Образовательная робототехника», направленная на формирование универсальных учебных действий у учащихся 5–8-х классов [19]. Данная модель построена на основе исследования возможностей непрерывного робототехнического образования учащихся в 5–8-х классах общеобразовательной школы. В.И. Филипповым дана характеристика внеурочной деятельности в сочетании с указанием направлений образовательной робототехники, определен круг личностных и метапредметных результатов, которые могут быть достигнуты в ходе преподавания образовательной робототехники в 5–8-х классах [20].

Образовательная робототехника и 3D-моделирование во внеурочной деятельности взаимосвязаны рядом исследователей. Так, В.В. Апачевой и иными описана организация работы по внедрению курса «Образовательная робототехника и 3D-моделирование» в школе. Курс предназначен для внеурочной деятельности и ориентирован на формирование начальных знаний учащихся среднего звена (5–7-е классы), целостного представления о мире техники, устройстве конструкций, механизмов и машин, их месте в окружающем мире. Реализация курса направлена на повышение интереса к технике, развитие способностей к решению проблемных ситуаций, анализ ресурсов, выдвижение идей и претворение их в жизнь [21].

Н.Н. Кусмарцевой рассмотрен вопрос о дистанционных образовательных технологиях во внеурочной деятельности при обучении робототехнике. Особое внимание уделяется технологии проектной деятельности и облачной технологии. Отмечается высокая эффективность применения дистанционных технологий при обучении робототехнике [22].

Н.Н. Самылкиной расширено понимание технологии проектной деятельности при внеурочном обучении робототехнике. Отмечается необходимость трансформации проектной деятельности в следующих направлениях: ориентация на общемировые подходы к использованию проектов, модернизация целей проектирования и методов его оценивания, изменение роли учителя и пробной деятельности обучающихся, т.е. актуализация вопросов управления проектами в школе [23].

Отметим, что клубы являются хотя и важной, но не единственной формой организации внеурочной деятельности по инженерному образованию. О.А. Карлова, Н.И. Пак рассматривают модель специализированной инженерной школы, в которой гармонично сочетается урочная и внеурочная инженерная подготовка с ориентацией на различные возрастные группы учащихся. Инженерная школа служит звеном цепи «детсад – школа – вуз», и одной из непосредственных задач инженерной школы является подготовка учащихся к поступлению в вузы на инженерные специальности. Внеурочная деятельность осуществляется преимущественно на основе сетевого принципа [24, с. 103–104].

И.П. Бондаренко пишет, что главное достоинство 3D-принтера – развитие всех трех целей образования: воспитательной, развивающей, обучающей. Поэтому образование в XXI веке должно развиваться

вместе с техническим прогрессом, что подразумевает обучение школьников работе с 3D-принтером [25].

А.А. Холодилов, Ю.В. Пономарчук отметили высокий уровень влияния занятий по 3D-печати на мотивацию школьников. Авторами рассмотрены возможности использования технологий аддитивного производства с целью повышения мотивационной составляющей работы учащихся школ на уроках информатики, труда и черчения, особенности проведения профориентационной деятельности в условиях модернизации современного образования, популяризации технических и информационно-технологических специальностей и внедрения системы непрерывного обучения «школа – вуз» [26].

И.С. Головкин отмечает, что 3D-прототипирование является инновационным средством обучения и позволяет создать среду для повышения уровня образования школьников [27].

Существенная значимость занятий по 3D-прототипированию породила точку зрения о том, что знакомство с 3D-принтером должно производиться еще в начальной школе. М.С. Можаров, А.Э. Можарова предлагают начинать обучение в начальной школе и использовать для этого программу TinkerCAD. Отмечается, что данная программа имеет доступный и интуитивно понятный интерфейс, дает возможность проводить необходимые операции с объектами, позволяет легко менять экспозиции объектов, вращать и передвигать их в любом направлении [28].

Выводы

По большей части инженерная подготовка в 7–9-х классах осуществляется посредством внеурочной деятельности. Между тем вопрос об инженерной подготовке в 7–9-х классах школы посредством внеурочной деятельности в литературе освещен в недостаточной степени.

Обобщая сказанное, выделим общие черты и различия между отечественным и зарубежным подходами к исследованию инженерной подготовки во внеурочной деятельности в 7–9-х классах.

1. Общими чертами являются: слабая разработанность тематики, хаотичность и фрагментарность подхода, выделение различных возможных форм внеурочной деятельности, осознание значимости инженерной подготовки.

2. Различия заключаются в следующем: в зарубежной педагогике присутствует многоаспектный подход, который включает в себя организационно-технологический,

мотивационный и гендерный аспекты; в зарубежной педагогике имеется более богатый опыт инженерной подготовки, что обусловлено в первую очередь дифференциацией системы школьного образования; в России существует методологический потенциал к развитию концепции инженерной подготовки как самостоятельного вида деятельности, в США же реализуется комплексная концепция STEM.

Список литературы

1. Васильева О.Н., Коновалова Н.В. Инженерные классы как инструмент профессиональной навигации // Высшее образование в России. 2018. № 12. С. 136–143.
2. Лепешев А.А., Куимов В.В., Подлесный С.А., Толстой Д.А., Козлов А.В., Погребная Т.В., Сидоркина О.В. Особенности обучения в классах инженерно-технологического профиля // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2016. № 3 (37). С. 19–22.
3. Маврин Г., Хабибуллин Р., Макарова И., Ахметзянова Г. Профильные инженерные классы // Высшее образование в России. 2008. № 8. С. 82–87.
4. Рудской А.И., Боровсков А.И., Романов П.И., Киселева К.Н. Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2017. Т. 23. № 2. С. 7–16.
5. Pamela R. Aschbacher, Erika Li Ellen, J. Roth Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*. 2010. V. 47. no. 5. P. 564–582.
6. Salzman Noah, Ricco George Dante, Ohland Matthew Pre-College Engineering Participation Among First-Year Engineering Students. *School of Engineering Education Graduate Student Series*. 2014. no. 6. P. 1–29.
7. Joscha Legewie, Thomas A. DiPrete. The High School Environment and the Gender Gap in Science and Engineering. *Sociology of Education*. 2014. V. 87. no. 4. P. 259–280.
8. Sahin Alpaslan, Ayar Mehmet, Adiguzel Tufan STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*. 2014. V. 14. no. 1. P. 309–322.
9. Simmon, Denise R., Creamer Elizabeth G., Rongrong Yu. Involvement in Out-of-Class Activities: A Mixed Research Synthesis Examining Outcomes with a Focus on Engineering Students. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*. 2017. V. 18. no. 2. P. 10–16.
10. Abernathy T.V., Vineyard R.N. Academic competitions in science what are the rewards for students? *The Clearing House*. 2001. no. 74 (5). P. 269–276.
11. Кирсанов А.А., Иванов В.Г., Кондратьев В.В. Методологические проблемы инженерной педагогики как самостоятельного направления профессиональной педагогики // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 4. С. 228–249.
12. Чиганов А.С., Грачев А.С. Начала инженерного образования в школе // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2015. № 2 (32). С. 30–35.
13. Тесленко В.И., Богомаз И.В. Школьное инженерно-техническое образование: концептуальное осмысление // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2014. № 4 (30). С. 91–95.
14. Меренков А.В., Артем О.Я. Потребность в техническом образовании у выпускников школ // Дискуссия. 2015. № 3 (55). С. 85–90.
15. Сенишкин Н.С. Изучение робототехники в школе – путь интеграции в инженерное образование // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. Т. 2. № 10. С. 377–378.
16. Вегнер К.А. Внедрение основ робототехники в современной школе // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2013. Т. 2. № 74. С. 17–19.
17. Гладких И.Ю., Якушин А.В. Изучение робототехники в средней школе // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2012. С. 837–842.
18. Филиппов В.И. Опыт реализации модели организации внеурочной деятельности по образовательной робототехнике в основной школе // Мир науки, культуры, образования. 2016. № 6 (61). С. 139–144.
19. Филиппов В.И. Модель организации внеурочной деятельности по робототехнике в основной школе // Информатика и образование. 2017. № 4 (283). С. 28–38.
20. Филиппов В.И. Организация занятий по робототехнике во внеурочной деятельности в основной школе // Информатика и образование. 2016. № 6 (275). С. 61–64.
21. Апачева В.В., Николаева Н.Е., Кузнецова Э.А. Внедрение курса «Образовательная робототехника и 3D моделирование» во внеурочную деятельность // Научно-методический электронный журнал концепт. 2014. № 5. С. 176–180.
22. Кусмарцева Н.Н. Проектирование внеурочной деятельности в современной школе с использованием робототехники // Интернет-технологии в образовании: материалы Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. 2016. С. 173–176.
23. Самылкина Н.Н. Проектный подход к организации внеурочной деятельности в основной школе средствами образовательной робототехники // Информатика и образование. 2017. № 8 (287). С. 18–24.
24. Карлова О.А., Пак Н.И. Модель непрерывного образования школы будущего (на примере инженерной школы) // Открытое образование. 2013. № 4. С. 98–104.
25. Бондаренко И.П. Достоинства применения 3D принтера в образовании // Инновации в науке: пути развития. 2017. С. 33–36.
26. Холодилов А.А., Пономарчук Ю.В. Влияние технологии трехмерной печати на мотивационную составляющую школьников // Проблемы и перспективы развития образования в технических вузах. 2016. С. 355–360.
27. Головки И.С. Инженерное 3D моделирование и прототипирование в школе // Наука и образование: векторы развития. Современные тенденции развития школ-интернатов и коррекционных образовательных учреждений России. 2016. С. 266–271.
28. Можаров М.С., Можарова А.Э. Обучение младших школьников 3D-моделированию // Сибирский педагогический журнал. 2017. № 2. С. 20–25.