

Анисимова Т. И. STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0 / Т. И. Анисимова, О. В. Шатунова, Ф. М. Сабирова // Научный диалог. — 2018. — № 11. — С. 322—332. — DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11-322-332.

Anisimova, T. I., Shatunova, O. V., Sabirova, F. M. (2018). STEAM-Education as Innovative Technology for Industry 4.0. *Nauchnyy dialog, 11*: 322-332. DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11-322-332. (In Russ.).



УДК 378.1:37.026

DOI: 10.24224/2227-1295-2018-11-322-332

## STEAM-образование как инновационная технология для Индустрии 4.0

© **Анисимова Татьяна Ивановна (2018)**, [orcid.org/0000-0002-3451-2587](https://orcid.org/0000-0002-3451-2587), кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой математики и прикладной информатики, Казанский федеральный университет, Елабужский институт (Елабуга, Россия), [anistat@mail.ru](mailto:anistat@mail.ru).

© **Шатунова Ольга Васильевна (2018)**, [orcid.org/0000-0001-5832-3150](https://orcid.org/0000-0001-5832-3150), кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой педагогики, Казанский федеральный университет, Елабужский институт (Елабуга, Россия), [olgashat67@mail.ru](mailto:olgashat67@mail.ru).

© **Сабирова Файруза Мусовна (2018)**, [orcid.org/0000-0001-9275-5651](https://orcid.org/0000-0001-9275-5651), кандидат физико-математических наук, доцент, заведующая кафедрой физики, Казанский федеральный университет, Елабужский институт (Елабуга, Россия), [fmsabir@mail.ru](mailto:fmsabir@mail.ru).

Статья посвящена разработке модели конструирования STEAM-образования, в основу которой положено проектное обучение на так называемых «творческих пространствах». «Творческие пространства» представляют собой интеграционные площадки школьников, студентов и аспирантов, работающих в формате совместной работы над проектами, инициированными различными структурами общества и бизнеса. Актуальность исследования обусловлена тем, что среди навыков, необходимых для успешной профессиональной деятельности в эпоху цифровой индустрии, по мнению специалистов и экспертов, особое место занимает способность к художественному творчеству. Выполнен анализ опыта различных стран по реализации STEM и STEAM-образования и выявлены эффективные пути структурирования технических дисциплин, искусства и творческой деятельности в единую интеграционную программу. Представлены результаты экспериментальной работы по определению уровня сформированности таких компетенций, как умение управлять проектами и процессами, системное мышление, способность к художественному творчеству, умение работать с коллективами, группами и отдельными людьми, способность работать в режиме высокой неопределенности и быстрой смены условий задач. Показано, что использование «творческих пространств» для реализации проектной деятельности школьников и студентов, включение категории «искусство» в ее со-

держание позволяет сформировать у обучающихся необходимые для Индустрии 4.0 навыки и компетенции, то есть предложенная модель может рассматриваться как универсальное средство для качественной подготовки школьников и студентов к профессиональной деятельности в современных условиях.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, STEM, STEAM, искусство, творческие способности, неформальное и информальное обучение, проектное обучение.

## 1. Введение

Последняя технологическая революция, получившая название Индустрии 4.0 (см.: [Квачев и др., 2017 и др.]), меняет приоритеты образования и рождает новые его модели. Базисом построения этих моделей, по мнению А. М. Алексанкова, становятся следующие инновационные процессы: цифровизация образования, персонализация обучения, проектное обучение, интеграция формального и неформального видов образования, создание творческих пространств для совместной работы обучающихся с представителями реального сектора экономики и промышленности, создание междуниверситетских площадок (university hubs) в форме научно-образовательных центров [Алексанков, 2017].

Перечисленные процессы невозможны без кардинального изменения самого содержания образования. Сегодня в ряде стран (Австралия, Великобритания, Израиль, Канада, Китай, Сингапур, США и др.) стало популярным так называемое STEAM-образование. Его концепция основана на идее STEM-образования (science — наука, technology — технология, engineering — инжиниринг, mathematics — математика) [Фролов, 2010], но предполагает включение в свою структуру творческих дисциплин (arts — искусства), которые не только обогащают содержание образования, но и значительно повышают качество подготовки обучающихся.

Объединение научно-технической и творческой (гуманитарной) областей делает процесс образования более результативным и полезным для обучающихся. Одновременная активная работа обоих полушарий мозга обеспечивает развитие как логического («левое» полушарие), так и интуитивного, креативного («правое» полушарие) мышления [Нечитайло и др., 2018]. По этой причине делить людей на «технарей» и «гуманитариев» неверно, в содержании образования по любым направлениям должны гармонично сочетаться технические и гуманитарные дисциплины, развивающие оба полушария мозга, что является необходимым условием подготовки специалистов для экономики Индустрии 4.0.

Идея использования методов разностороннего развития в сфере образования не есть ноу-хау. Например, существует концепция SEL, предполагающая развитие у детей социальных и эмоциональных навыков,

на которую делают большую ставку в воспитании «людей будущего». Или же метод феномено-ориентированного обучения и преподавания PBL, схожий со STEM в том смысле, что и тут, и там предпринимаются попытки объединить разные дисциплины при изучении или проработке какой-то темы. Упомянутая методика PBL и концепция STEM во многом предусматривают подкрепление технических дисциплин гуманитарными. Поэтому логичным шагом стала попытка «узаконить» такое объединение, подключить к сугубо технической концепции STEM творческий аспект развития личности. Так появились системы, где наряду с наукой, технологией, инженерией и математикой присутствуют компоненты «art» (от англ. «искусство») — это концепция STEAM, «music» (от англ. «музыка») — STEMM, «reading» (от англ. «чтение»; наряду с art «искусство») — STREAM. Наибольшее распространение получила именно методика STEAM как полноценное, состоявшееся и самодостаточное явление.

В целом, если оценивать перспективность двух этих концепций — «чистого» STEM и STEM с творческой составляющей, то первая из них больше была востребована в конце прошлого века. В то же время STEAM может адекватно и эффективно ответить на вызовы не только сегодняшнего дня, но и будущего. Здесь речь идет о том, что значительная часть рабочих процессов уже сейчас поддается автоматизации, а в будущем, как предсказывают аналитики, все больше профессий станет попадать в зону риска, исчезая одна за другой, — их будет заменять искусственный интеллект. И пока что среди немногих навыков, которые в обозримом будущем не поддадутся напору искусственного интеллекта, остаются эмпатия и эмоциональный интеллект.

## **2. Исследования по реализации элементов STEAM-образования**

Исследования по реализации элементов STEAM-образования ведутся во многих странах: США, Австралии, Южной Корее, Канаде, Таиланде и др. Возможности включения элемента «art», указание на который включено в аббревиатуру STEAM, как показало изучение опыта реализации STEAM-образования, достаточно разнообразны, и они расширяются по мере продвижения учащихся по основным уровням обучения.

Например, в детских садах и младших классах в качестве элемента, связующего STEM и STEAM, может служить такая область физического знания, как акустика. По мнению исследователей, акустика идеально подходит для STEAM, поскольку тесно связана с одной из областей искусства — музыкой. Понятно, что для этого необходима подготовка педагогических кадров, и есть такой опыт сотрудничества (обучения) Acoustics

Research Group at Brigham Young University (BYU) с учителями начальных школ, которые впоследствии успешно интегрировали искусство в преподавательскую деятельность [The sound ..., 2017]. Работа по повышению интереса к физическим явлениям у младших школьников может быть интегрирована в систему STEAM-образования [Sabirova et al., 2018].

С 2011 года в Чикаго поддержана инициатива «Ученый для будущего» (Scientists for tomorrow — SfT) Инициатива SfT призвана использовать учебную программу, основанную на STEAM, и представляет собой партнерство между учреждениями высшего образования, внешкольными организациями и провайдерами неформального образования. Инициатива реализуется во всех сообществах в течение учебного года. В ее рамках молодежь в свободное от основной учебы или работы время осваивает различные учебные модули, такие как «Альтернативные энергии», «Физика звука и математика музыки», «Люди и растения», «Робототехника» и «Астрономия» [Caplan, 2017].

В России эта проблема тоже осознается как значимая и требующая принятия мер. Открываются Центры технической поддержки образования (ЦТПО), в которых частично решаются задачи привлечения учащихся к инженерному делу и роботостроению. Активно вовлекаются бизнес-компании, что целесообразно для реализации проектов предметно-ориентированного обучения детей и молодежи. Это подтверждает правильность актуализации данной стратегии в образовании [Конюшенко и др., 2018].

За рубежом проводится обучение преподавателей высших учебных заведений и средней школы по вопросам использования в их деятельности междисциплинарных стратегий. Результаты показывают, что при использовании STEAM-технологий в изучении физико-математических дисциплин старшеклассниками колледжей и студентами университетов у учащихся повышается успеваемость и самооценка, а также развиваются творческие способности [Segura, 2017; Chanthala et al., 2018].

Таким образом, реализация STEAM-образования осуществима на всех уровнях образования, начиная от дошкольного и заканчивая профессиональным, часто в тесном взаимодействии и сотрудничестве учебных и внеучебных организаций.

### **3. Метод проектов как основа STEAM-образования**

Нам представляется, что преподаватели STEAM могут реализовывать программы обучения на основе проектов. В российской педагогической практике прекрасным примером STEAM-образования может служить технологическое образование школьников в рамках предмета «Технология».

Целью изучения данного предмета является формирование представлений о составляющих техносферы, современном производстве и распространенных в нем технологиях. Технология как учебный предмет сегодня способствует профессиональному самоопределению школьников в условиях рынка труда, ориентирует их на использование проектно-исследовательской, дизайнерской и научно-технической деятельности. Учебно-познавательная деятельность обучающихся в предметной области «Технология» базируется на естественно-научных, научно-технических, технологических, предпринимательских и гуманитарных знаниях. Нет ни одной другой дисциплины в школе, которая бы использовала в своих целях материал такого широкого диапазона фундаментальных и прикладных наук. Однако предмет «Технология» не преподается в российских школах у старшеклассников, и поэтому выполнение проектов осуществляется в рамках неформального и информального образования, что составляет определенную трудность для учителей технологии.

Выходом из сложившейся ситуации может быть создание и развитие междисциплинарных научно-образовательных «творческих пространств» в формате научно-образовательных центров, приоритетно ориентированных на создание среды для эффективной междисциплинарной проектной работы школьников, студентов и аспирантов над заказами, инициированными реальным промышленным сектором. Одной из основных ролей таких площадок должна быть роль интеграторов научной, образовательной, бизнес- и промышленной среды, обеспечивающих на своей территории соединение знаний и опыта из различных сфер. Опыт создания таких «творческих пространств» имеется в зарубежных университетах (например, Design Factory в Aalto University, Finland, сеть FabLab и другие). Этот опыт требует отдельного рассмотрения, но одним из важных вопросов является степень интегрированности таких центров в стандартизированный учебный процесс.

Иными словами, важно, рассматривается ли «творческое пространство» как неотъемлемая и основная структура, обеспечивающая весь учебный процесс, или оно занимает нишу «свободного практикума», который только помогает в освоении учебного плана и не является обязательным. Этот вопрос является дискуссионным и имеет множество решений, хотя именно для вузов России с относительно низкой самостоятельностью студентов представляется целесообразным создание таких центров как структур не дополнительного, а обязательного обучения.

Отличительной особенностью «творческих пространств» должно быть свободное построение учебного процесса на основе проектного метода обучения с обеспечением доступа обучающихся к максимально возможному

массиву учебных материалов с обязательной экспертизой преподавателями достоверности и релевантности используемых учебных материалов. Самостоятельность обучения должна быть обязательным условием обучения в таких научно-образовательных центрах. Очевидно, что наиболее эффективно эти центры могли бы работать по программам подготовки магистров, когда основная образовательная база уже освоена на уровне бакалавриата. Создание таких научно-образовательных центров на основании опыта зарубежных университетов позволило бы реализовать постепенное реформирование высшей школы и сделать этот процесс относительно безболезненным для его участников.

#### 4. Методы

В течение 2017—2018 годов в рамках неформального и информально-го образования была проведена экспериментальная работа с 32 школьниками и 34 студентами Казанского федерального университета, направленная на определение уровня сформированности таких компетенций, как умение управлять проектами и процессами, системное мышление, способность к художественному творчеству, умение работать с коллективами, группами и отдельными людьми, способность работать в режиме высокой неопределенности и быстрой смены условий задач. Проектная деятельность для проведения экспериментальной работы была выбрана неслучайно. Для современного мира труда смешение личной и профессиональной идентификации и компетенций становится нормой, постепенно стандартное рабочее место заменяется проектной работой со множеством задач и направлений деятельности.

Экспериментальная работа предполагала организацию «творческих пространств» для проведения проектной работы школьников и студентов в составе рабочих групп, которые формировались из числа школьников и студентов. Рабочие группы формировались по принципу свободного выбора школьниками и студентами тем проектов и их заинтересованности выполнять проектную деятельность. На организационном тренинге приглашенные школьники и студенты Елабужского института Казанского федерального университета обсудили темы проектов и разбились на рабочие группы по 5—6 человек. В качестве объектов проектирования были выбраны социально значимые темы, актуальные как для уровня школы и университета, так и для уровня города и региона. К каждой группе был прикреплен наставник из числа преподавателей университета, а также научный консультант — специалист в определенной области (музейный работник, дизайнер, эколог, бизнесмен и т. п.).

Работа над проектами длилась 3 месяца, школьники и студенты собирались раз в неделю для обсуждения актуальных вопросов и выполнения

проекта. Затем была проведена защита проектных работ перед конкурсной комиссией. В состав комиссии были приглашены представители бизнеса и культуры, мэрии города, преподаватели университета и учителя школ. Научные консультанты и наставники, работавшие с группами, предварительно оценивали работу каждого участника по следующим критериям [Савинова и др., 2015]:

- (1) осознанность достижения результата проектной деятельности;
- (2) инициативная самостоятельность;
- (3) самоменеджмент;
- (4) коммуникация и кооперация;
- (5) интеграция и системный подход к решению проблемы;
- (6) творческий подход к решению проблемы.

Каждый критерий оценивался по 5-балльной системе. На основании выделенных критериев были определены пять уровней сформированности навыков и компетенций для экономики Индустрии 4.0: низкий (0—2,9 балла), ниже среднего (3—3,4 балла), средний (3,5—3,9 балла), выше среднего (4—4,5 балла), высокий (4,6—5 баллов).

Выступление команд конкурсной комиссией оценивалось по следующим критериям: логичность и аргументированность изложения результатов проекта, ораторские способности выступающих, умение вести дискуссию с экспертами, готовность и способность отвечать на поставленные вопросы, готовность взаимодействовать с аудиторией, творческий подход к выбору формы представления результатов проектной работы, качество оформления пояснительной записки.

## 5. Результаты

Анализ результатов экспериментальной работы показал, что использование «творческих пространств» для реализации проектной деятельности школьников и студентов, включение категории «искусство» в ее содержание позволяет сформировать у обучающихся необходимые для Индустрии 4.0 навыки и компетенции.

На организационном тренинге, перед началом выполнения проектов научные руководители групп выставили школьникам и студентам баллы по каждому критерию и определили уровни сформированности оцениваемых навыков и компетенций. Средние баллы указаны в таблице 1.

88 % школьников и 91 % студентов показали сформированность указанных компетенций на уровне выше среднего. Итоговые результаты представлены на рисунке 1.

Таблица 1

**Первоначальные уровни сформированности навыков  
и компетенций участников эксперимента**

Уровни	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Школьники	6,25 %	18,75 %	53,13 %	15,63 %	6,25 %
Студенты	2,94 %	20,59 %	44,12 %	23,53 %	8,82 %

На последнем этапе выполнения проектов руководителями групп было проведено экспертное оценивание уровней сформированности навыков и компетенций каждого участника эксперимента (табл. 2).

Таблица 2

**Окончательные уровни сформированности навыков  
и компетенций участников эксперимента**

Уровни	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Школьники	0 %	3,12 %	9,38 %	71,88 %	15,62 %
Студенты	0 %	0 %	8,82 %	70,59 %	20,59 %

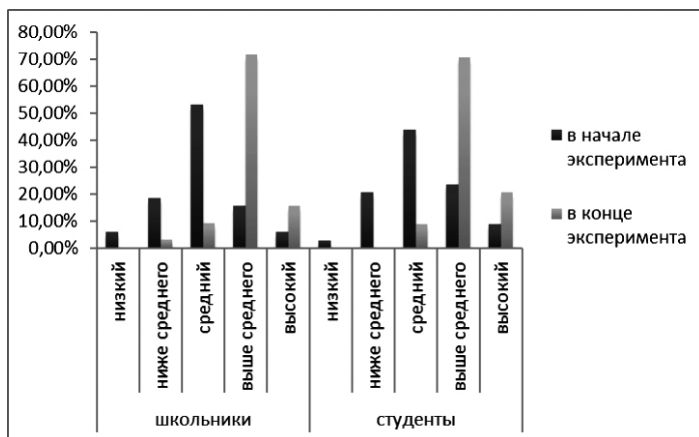


Рис. 1. Уровни сформированности навыков и компетенций школьников и студентов до и после эксперимента



Таким образом, предложенная модель может рассматриваться как универсальное средство для качественной подготовки школьников и студентов к профессиональной деятельности в условиях экономики Индустрии 4.0.

## 6. Заключение

Будущее экономического роста во многом зависит от наличия квалифицированных инженерных кадров, начало формирования которых должно быть положено на уровне средней школы, а затем работа должна продолжаться в колледжах и университетах через поддержку и активное внедрение STEAM-образования. Поддержку следует осуществлять посредством целевых программ развития, основывающихся на активном вовлечении учащихся и их наставников в проектную деятельность. В условиях «творческих пространств» в рамках неформального и информального образования проектная деятельность дает возможность сформировать и развить в каждом ее участнике те навыки и компетенции, которые необходимы человеку цифровой эпохи.

## Литература

1. *Александров А. М.* Четвертая промышленная революция и модернизация образования: международный опыт / А. М. Александров // Стратегические приоритеты. — 2017. — № 1 (13). — С. 53—69.
2. *Квачев В. Г.* Индустрия 4.0 : поражение работы или победа творческого труда? / В. Г. Квачев, М. А. Юдина // Государственное управление. Электронный вестник. — 2017. — № 64. — С. 140—158.
3. *Конюшенко С. М.* STEM vs STEAM — образование : изменение понимания того, как учить / С. М. Конюшенко, М. С. Жукова, Е. А. Мошева // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. — 2018. — № 2 (44). — С. 99—103.
4. *Нечитайло А. Н.* Принцип двойственности сознания и его учёт в современных технологиях преподавания курса общей физики / А. Н. Нечитайло, А. А. Макеев // Мир науки, культуры, образования. — 2018. — № 1 (68). — С. 79—80.
5. *Савинова С. Ю.* Проектная деятельность в профессиональной подготовке бакалавров-менеджеров / С. Ю. Савинова, Н. Г. Шубнякова // Инновационные проекты и программы в образовании. — 2015. — № 5. — С. 46—52.
6. *Фролов А. В.* Роль STEM-образования в «новой экономике» США / А. В. Фролов // Вопросы новой экономики. — 2010. — № 4 (16). — С. 80—90.
7. *Caplan M.* Scientists for tomorrow — A self-sustained initiative to promote STEM in out-of-school time frameworks in under-served community-based organizations: Evaluation and lessons learned / M. Caplan // ASEE Annual Conference and Exposition (24—28 June 2017). — Columbus, Ohio, 2017.
8. *Chanthala Ch.* Instructional designing the STEM education model for fostering creative thinking abilities in physics laboratory environment classes / Ch. Chanthala,

T. Santiboon, K. Ponkham // Journal 5<sup>th</sup> International conference for science educators and teachers (ISET 2017). — 2018.

9. *Sabirova F. M.* The creation of junior schoolchildren's interest in the experimental study of physical phenomena using the elements of the technology of problem-based / F. M. Sabirova, A. V. Deryagin // International Journal of Engineering & Technology. — 2018. — Vol. 7 (2.13). — P. 150—154.

10. *Segura W. A.* The use of STEAM in higher education for high school teachers / W. A. Segura // Journal 21 World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings (WMSCI 2017). — Orlando, Florida, USA, 2017. — Vol. 1. — P. 308—312.

11. *The sound of STEAM : Acoustics as the bridge between the arts and STEM* / C. B. Goates, J. K. Whiting, M. L. Berardi, K. L. Gee, T. B. Neilsen // Journal 172nd Meeting of the Acoustical Society of America. — 2017.

---

## STEAM-Education as Innovative Technology for Industry 4.0

© **Anisimova Tatyana Ivanovna (2018)**, [orcid.org/0000-0002-3451-2587](https://orcid.org/0000-0002-3451-2587), PhD in Education, associate professor, Head of Department, Department of Mathematics and Applied Informatics, Kazan Federal University, Yelabuga Institute (Yelabuga, Russia), [anistat@mail.ru](mailto:anistat@mail.ru)

© **Shatunova Olga Vasilyevna (2018)**, [orcid.org/0000-0001-5832-3150](https://orcid.org/0000-0001-5832-3150), PhD in Education, associate professor, Head of Department, Department of Education, Kazan Federal University, Yelabuga Institute (Yelabuga, Russia), [olgashat67@mail.ru](mailto:olgashat67@mail.ru)

© **Sabirova Fairuza Musovna (2018)**, [orcid.org/0000-0001-9275-5651](https://orcid.org/0000-0001-9275-5651), PhD in Physical and Mathematical Sciences, associate professor, Head of Department, Department of Physics, Kazan Federal University, Yelabuga Institute (Yelabuga, Russia), [fmsabir@mail.ru](mailto:fmsabir@mail.ru)

The article is devoted to the development of STEAM-education design model, which is based on project training in the so-called “creative spaces.” “Creative spaces” are integration platforms for schoolchildren, students and postgraduates working in the format of joint work on projects initiated by various structures of society and business. The relevance of the study is due to the fact that among the skills necessary for successful professional activity in the era of the digital industry, according to experts, the ability to artistic creativity takes a special place. The analysis of the experience of various countries in the implementation of STEM and STEAM-education is made and effective ways of structuring technical disciplines, art and creative activity in a single integration program are identified. The article presents the results of experimental work on determining the level of formation of such competencies as the ability to manage projects and processes, system thinking, the ability to artistic creativity, the ability to work with teams, groups and individuals, the ability to work in a mode of high uncertainty and rapid change of conditions of tasks. It is shown that the use of “creative spaces” for the implementation of project activities of schoolchildren and students, the inclusion of the category “art” in its content allows students to form skills and competencies necessary for industry 4.0, that is, the proposed model can be considered as a universal tool for high-quality training of schoolchildren and students for professional activities in modern conditions.

Key words: industry 4.0, STEM, STEAM, art, creativity, informal learning, project learning.

## References

- Aleksankov, A. M. (2017). Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya i modernizatsiya obrazovaniya: mezhdunarodnyy opyt. *Strategicheskiye priority, 1 (13)*: 53—69. (In Russ.).
- Caplan, M. (2017). Scientists for tomorrow — A self-sustained initiative to promote STEM in out-of-school time frameworks in under-served community-based organizations: Evaluation and lessons learned. In: *ASEE Annual Conference and Exposition*. Columbus, Ohio.
- Chanthala, Ch., Santiboon, T., Ponkham, K. (2018). Instructional designing the STEM education model for fostering creative thinking abilities in physics laboratory environment classes. In: *Journal 5th International conference for science educators and teachers (ISET 2017)*.
- Frolov, A. V. (2010). Rol' STEM-obrazovaniya v «novoy ekonomike» USA. *Voprosy novoy ekonomiki, 4 (16)*: 80—90. (In Russ.).
- Goates, C. B., Whiting, J. K., Berardi, M. L., Gee, K. L., Neilsen, T. B. (2017). The sound of STEAM: Acoustics as the bridge between the arts and STEM. In: *Journal 172nd Meeting of the Acoustical Society of America*.
- Konyushenko, S. M., Zhukova, M. S., Mosheva, E. A. (2018). STEM vs STEAM — obrazovaniye: izmeneniye ponimaniya togo, kak učit'. *Izvestiya Baltiyskoy gosudarstvennoy akademii rybopromyslovogo flota: psikhologo-pedagogicheskiye nauki, 2 (44)*: 99—103. (In Russ.).
- Kvachev, V. G., Yudina, M. A. (2017). Industriya 4.0: porazheniye raboty ili pobeda tvorcheskogo truda? *Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik, 64*: 140—158. (In Russ.).
- Nechitaylo, A. N., Makeyev, A. A. (2018). Printsip dvoystvennosti soznaniya i yego uchet v sovremennykh tekhnologiyakh prepodavaniya kursa obshchey fiziki. *Mir nauki, kultury, obrazovaniya, 1 (68)*: 79—80. (In Russ.).
- Sabirova, F. M., Deryagin, A. V. (2018). The creation of junior schoolchildren's interest in the experimental study of physical phenomena using the elements of the technology of problem-based. *International Journal of Engineering & Technology, 7 (2.13)*: 150—154.
- Savinova, S. Yu., Shubnyakova, N. G. (2015). Proektnaya deyatel'nost' v professionalnoy podgotovke bakalavrov-menedzherov. *Innovatsionnyye proekty i programmy v obrazovanii, 5*: 46—52. (In Russ.).
- Segura, W. A. (2017). The use of STEAM in higher education for high school teachers. In: *Journal 21 World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings (WMSCI 2017)*. Orlando, Florida, USA. 1: 308—312.