



© Е. В. Соболева, Н. И. Исупова, Л. В. Караулова, М. М. Ниматулаев

DOI: [10.15293/2658-6762.2001.09](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2001.09)

УДК 371.134+004(07)

Развитие экологического мышления и навыка бережливого производства в курсе мобильной робототехники

Е. В. Соболева, Н. И. Исупова, Л. В. Караулова (Киров, Россия),
М. М. Ниматулаев (Москва, Россия)

Проблема и цель. Авторами исследуется проблема формирования инновационного мышления учащихся в сфере информационных технологий. Цель работы – выявить особенности развития экологического мышления и навыка бережливого производства в курсе мобильной робототехники.

Методология. Методология основывается на анализе и обобщении научно-исследовательских работ, значимость которых в области цифровой трансформации общества, мобильного обучения, образовательной робототехники, применения программных средств для развития мышления, признана научным сообществом. Для работы были использованы теоретические и практические методы психолого-педагогического исследования. Педагогический эксперимент представлен на примере оценки сформированности качеств и умений личности, составляющих основу экологического мышления как востребованной компетенции будущего.

Результаты. Обоснована важность уточнения понятий «экологическое мышление», «бережливое производство» именно в контексте применения мобильной робототехники для различных отраслей цифровой экономики как основы подготовки востребованных специалистов. Исследованы особенности применения средств мобильных технологий для повышения эффективности обучения в цифровой школе, поддержки профессиональной ориентации молодёжи, заключающиеся в раскрытии организационной, методической и технической составляющей деятельности наставника. Выделен основной фактор, определяющий возможности применения ресурсов мобильной робототехники, для поддержки условий формирования экологического мышления и ресурсосбережения как основы внедрения инноваций и ответа вызовам автоматизации, глобализации, конкурентоспособности. Особенности развития экологического мышления

Соболева Елена Витальевна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры цифровых технологий в образовании, Вятский государственный университет.

E-mail: sobolevaeiv@yandex.ru

Исупова Наталья Ивановна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры цифровых технологий в образовании, Вятский государственный университет.

E-mail: natalyisupova@mail.ru

Караулова Лариса Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и медицинской информатики, Кировский государственный медицинский университет.

E-mail: v.karaulov@mail.ru

Ниматулаев Магомедхан Магомедович – доктор педагогических наук, профессор кафедры «Бизнес-информатика», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации.

E-mail: mnimatulaev@fa.ru

и навыка бережливого производства раскрываются авторами на примере разработки «умных» проектных решений, которые соответствуют вызовам глобальной цифровой трансформации.

Заключение. *Обобщаются особенности формирования экологического мышления и навыка бережливого производства в ходе разработки мобильного автоматизированного устройства при организации творческой, межотраслевой, познавательной исследовательской деятельности учащихся для подготовки высококвалифицированных специалистов профессий будущего «новой» промышленности.*

Ключевые слова: *мобильные приложения; обучение; цифровые технологии; роботизированные системы; межотраслевая коммуникация; повышение производительности; ресурсосбережение; надпрофессиональные компетенции.*

Постановка проблемы

Обеспечение технологического развития в сфере информационных технологий, поддержка применения новых цифровых сервисов в различных видах деятельности – актуальное направление модернизации современной науки и образования [17]. Суть глобальной цифровой трансформации дидактической системы, заключается в том, чтобы эффективно и гибко применять новейшие технологии для перехода к ориентированному на личность, непрерывному и нелинейному образовательному процессу. Цифровая эра требует не только новых умений от выпускников школ и вузов, но и другого подхода к организации самого обучения в плане подготовки кадров для профессий будущего [16; 18; 19].

В этих условиях отечественные и зарубежные исследователи (М. Agranovich [3], М. Fritsch, М. Wyrwich [7], F. Gault [8], М. Janelli [10], М. Hamada, М. Hassan [12], S. D. Karakozov, N. I. Ryzhova [17], Ya. Kuzminov, P. Sorokin, I. Froumin [19], A. Lavrinenko, N. Shmatko [20] и др. обосновывают необходимость изменения содержания, методов и организационных форм учебной работы. Дидактический процесс в эпоху автоматизации и глобализации должен быть ориентирован на решение задач социально-экономического развития страны в условиях четвертой промышленной революции и становления цифровой экономики [24].

Как отмечают в своих работах С. Е. Mora-Luis, J. Martin-Gutierrez [21], основой цифровой экономики является синтез сложившегося ранее материального производства (новые материалы, автоматизированное проектирование/производство) и цифровых технологий, поддерживающий широкое применение моделей искусственного интеллекта и развитие Интернета вещей. По мысли авторов, «умные изделия» будут нормой в мире, где интеллектуальные компьютеризованные устройства (роботы), состоящие из них системы, получают возможности к взаимодействию при подготовке и разворачиванию автоматизированных производственных процессов. Характер новой индустриальной, или технологической (цифровой), революции предъясняет особые требования к высококвалифицированным специалистам будущего. Е. Я. Варшавская, Е. С. Котырло. [38], Ya. Kuzminov, P. Sorokin, I. Froumin [19] обоснованно заключают, что выпускникам при трудоустройстве потребуются высокий уровень математической грамотности; основательная естественнонаучная и гуманитарная подготовка. Авторы, при раскрытии сущности профессий будущего, делают акцент на способности, которые называют «компетенциями XXI века»: фундаментальные теоретические знания, компетентности в сфере технологий (креативность, коммуникация, самоорганизация, инициативность, критическое мышление и др.).

S. Laso Salvador, M. Ruiz Pastrana, J. Marbán Prieto¹ уточняют, что в цифровом образовательном пространстве основной становится задача подготовки самостоятельной личности через формирование разных типов мышления, в том числе экологического. Экологическое мышление в новых условиях цифровой трансформации воспринимается и трактуется как долгосрочное мышление. Человек, который думает долгосрочно, не может не думать об экологии. Возникает необходимость организации учебной деятельности для развития экологического мышления у профессионалов будущего не только для интеграции целей устойчивого развития в реальные проекты, продвижения их в науку и промышленность, но и для поддержания баланса между техносферой и окружающей средой [25].

Цифровая трансформация производственной сферы уже осуществляется. Однако при реализации технологических инноваций возникают проблемы, обусловленные недостаточностью подготовки инженерно-технических и управленческих кадров именно в плане сформированности экологической культуры, заботы о защите природной среды, ответственного отношения к природе, экологического мышления.

Возможности цифровых ресурсов, согласно исследованиям S. D. Karakozov, N. I. Ryzhova [17], E. B. Соболева, М. С. Перевозчикова [42], Н. Н. Wilmer, J. M. Chein [33], не ограничиваются только мотивацией учащихся. Важность использования мобильных приложений для формирования особого комплекса знаний, навыков и умений, которые получили условное определение как «цифровая грамотность» представлена в работе V. Hill,

K. B. Knutzen [15]. Одновременно появляются научные исследования (A. Rejeb, J. G. Keogh, H. Treiblmaier [26], H. Taneja, J. G. Webster, E. C. Malthouse, T. Ksiazek [30], E. K. Данилина [37]), отражающие возможности мобильных устройств и приложений для повышения эффективности обучения. Действительно, современные средства телекоммуникации невозможно представить без мобильных приложений – от стандартных приложений «Калькулятор», «Контакты» и «Календарь» до профильных приложений и игр. Отдельным видом приложений являются обучающие игры, набирающие популярность. Прогресс преобразует мобильные сервисы с обучающим контентом. По словам A. Zafoschnig [34], они становятся ещё более «умными». Такие приложения рассматриваются как особый вид приложений, поэтому закономерным было появление дидактического направления в исследованиях педагогов-новаторов: проблема использования смартфонов в учебном контексте (Д. А. Иванченко [39]). Наставник в новой цифровой школе получает возможность использовать ресурсы мобильных технологий как средство обучения. Например, для осуществления контроля педагог может использовать такие ресурсы, как Quizizz, Kahoot, Triventy и др. Процесс познания сопровождается когнитивной деятельностью по манипулированию с визуальными образами, объектами, карточками, которые нужно перемещать по экрану [13].

Далее появляется спектр исследований учёных, когда мобильные приложения в образовании используются не только в готовом виде (K. Allabouche, O. Diouri, A. Gaga, El Amrani, El Idrissi [4], S. Jelatu, Y. Kurniawan,

¹ Laso Salvador S., Ruiz Pastrana M., Marbán M. J. Impacto de un programa de intervención metacognitivo sobre la Conciencia Ambiental de docentes de Primaria en formación inicial // Revista Eureka Sobre Enseñanza Y

Divulgación De Las Ciencias. – 2019. – Vol. 16 (2). – Pp. 2501. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2501

V. S. Kurnila, K. Mandur, R. Jundu [11], Н. Н. Wilmer, J. M. Chein [33], A. Zafoschnig [34] и др.) Разработка собственного мобильного приложения от проблемной ситуации до ввода в эксплуатацию не просто поддерживает обучение, познание и воспитание в цифровой школе, но и готовит к успешной профессиональной деятельности, способствует самоопределению. В процессе многоэтапной творческой деятельности, когда приходится применять знания из различных областей, формируются навыки межотраслевой коммуникации и бережливого производства; умения программировать, работать в команде; способности к интеллектуальной деятельности (системное, экологическое и форсайтное мышление). Наибольшая роль программной составляющей, техническому сопровождению по проектированию и созданию прототипа отводится при подготовке инженерных кадров [28].

Итак, разработка собственных мобильных приложений создаёт дополнительные дидактические возможности для подготовки профессионалов, востребованных цифровой экономикой. Набор формируемых универсальных компетенций весьма широк, но, необходимость поддерживать устойчивое равновесие между требованиями промышленности и природным потенциалом, определяет актуальность исследования именно в плане поддержки развития экологического мышления, навыка бережливого производства.

Анализируя труды зарубежных учёных в плане качественной инженерной подготовки востребованных специалистов, отметим достижения G. Ozogul, C. F. Miller, M. Reisslein

[22], которые указывают на важность именно проектной деятельности при моделировании и конструировании. Такая работа не сводится к простому подключению нужных датчиков, двигателей, работающих под управлением программы, а предполагает сборку устройства самостоятельно. Наибольшим дидактическим потенциалом в плане организации активной когнитивной деятельности учащихся при разработке и управлении техническими моделями средствами конкретных цифровых технологий отводится курсу образовательной робототехники В. И. Филиппова², С. А. Филиппова³, D. Tocháček, J. Lapeš, V. Fuglík [31]. Именно через выбор платы, экрана, набора кнопок как через серию учебных мини-задач и происходит формирование мышления, ориентированного на будущее.

В работе С. М. Вязова⁴ отмечается, что если рассматривать именно вызовы будущего новой промышленности, то наибольший потенциал в плане профориентации и самоопределения имеет мобильная робототехника. E. Afari, M. S. Khine [2], Д. А. Гагарина, А. С. Гагарин⁵ уточняют сущность и назначение различных конкурсных мероприятий по робототехнике с использованием мобильных технологий. D. Tocháček, J. Lapeš, V. Fuglík [31] обосновано замечают, что с ростом требований к решениям робототехники для промышленности возникает необходимость в инженерах-исследователях, интегрирующих фундаментальные знания в инновации, т. е. знание является только отправной точкой для умения мыслить на перспективу. Их проект

² Филиппов В. И. Организация занятий по робототехнике во внеурочной деятельности в основной школе // Информатика и образование. – 2016. – № 6. – С. 20–27.

³ Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. – СПб. Наука, 2013. – 319 с.

⁴ Вязовов С. М. Соревновательная робототехника. Приемы программирования в среде EV3: учебно-практическое пособие. – М.: Перо, 2014. – 128 с.

⁵ Робототехника в России: образовательный ландшафт. Часть 1 / Д. А. Гагарина, А. С. Гагарин. – М.: НИУ ВШЭ, 2019. – 108 с.

European Robotics Challenges (EuRoC) ориентирован на объединение усилий исследовательских лабораторий с промышленным производством, чтобы создать команды для разработки и тестирования решений, которые далее будут применяться в реальной экономической практике. J. Varela-Aldás, O. Miranda-Quintana, C. Guevara, F. Castillo, G. Palacios-Navarro⁶ провели крупномасштабное исследование, которое доказало, что участники соревнований по робототехнике демонстрируют более высокий уровень знаний, когнитивной мотивации, рефлексии, умения мыслить нестереотипно в отношении инженерной деятельности.

На данный момент времени в школе активно используются программирование микроконтроллерных платформ в среде Arduino IDE. Однако в большинстве случаев мобильное приложение выбирается как готовый продукт для применения в дидактике. Особенности реализации, программный код, функциональные возможности, понимание практической значимости остаются скрытыми для пользователей. Более того, исследования, обозначающие в качестве приоритета поддержку мобильными технологиями именно проектирования роботизированных систем, способствующих формированию востребованных компетенций специалистов будущего, в том числе навыка ресурсосбережения, имеют пока единичный характер (например, E. Malkawi, S. Alhadrami, A. Aljabri⁷).

Таким образом, существует объективная проблема применения средств мобильной робототехники для формирования качеств и умений, составляющих основу экологического мышления. Выявление особенностей развития экологического мышления и навыка бережливого производства в курсе мобильной робототехники и определило цель представленного исследования.

Методология исследования

Для определения сущности понятий «экологическое мышление», «компетенции будущего», «навык бережливого производства» учитывались результаты исследований Л. М. Даутмерзаевой⁸, Л. Ю. Чуйковой, S. I. Gilmanshina, R. N. Sagitova, I. R. Gilmanshin [9], S. Otto, F. G. Kaiser [23], A. Zsóka, Z. M. Szerényi, A. Széchy, T. Kocsis [35] и др.

Термин «экологическое мышление» начал активно применяться как устойчивый самостоятельный научный термин в 1980-х гг. Причина его распространения именно в социально-экономической сфере обусловлена формированием в советском обществе экологического информационного пространства, а также с активизацией экологического аспекта социальной практики. Как следствие, возникает новая цель системы обучения – развитие экологического мышления [44]. Значимость работ Э. А. Турдикулова⁹ в контексте проводимого исследования заключается в том, что

⁶ Varela-Aldás J., Miranda-Quintana O., Guevara C., Castillo F., Palacios-Navarro G. Educational Robot Using Lego Mindstorms and Mobile Device // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – Springer, Cham, 2020. – vol. 1078. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33614-1_5

⁷ Malkawi E., Alhadrami S., Aljabri A. Building an interactive mobile application to enhance students' problem solving skills in higher education physics. // *Proceedings*

of the 11th International Conference on Computer Supported Education. – 2019. – Pp. 550–555. DOI: <https://orcid.org/0000-0002-6461-3741>

⁸ Даутмерзаева Л. М. Формирование экологического мышления в процессе изучения естественнонаучных дисциплин в средней общеобразовательной школе. дисс. канд. пед. наук. Саратов, 2003. – 222 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002648297>

⁹ Турдикулов Э. А. Экологическое образование учащихся в процессе изучения предметов естественно-

он одним из первых предложил ставить задачу «развития экологического мышления» наряду с задачей формирования экологических знаний. Эти идеи развивают S. I. Gilmanshina, R. N. Sagitova, I. R. Gilmanshin [9], которые вводят понятие «экологический тип мышления», обосновывают необходимость целенаправленной педагогической поддержки процесса передачи экологических знаний, умений и навыков. A. Zsóka, Z. M. Szerényi, A. Széchy, T. Kocsis [35] отмечают, что экологическое мышление – это мышление, характерным признаком которого, является его «творческий характер».

Обобщение отечественных исследований по проблематике определения сущности социального типа мышления и экологического как его отдельного проявления, разграничения понятий «экологическое сознание», «экологическое мировоззрение», «экологическая культура», обоснования необходимости экологического обучения в современном обществе подробно представлено в работах Л. Ю. Чуйковой [44].

В зарубежной литературе отметим исследования S. Otto, F. G. Kaiser [23], которые отмечают взаимосвязь информации о состоянии природной среды и экологической включенности личности, что аргументирует именно важность когнитивного компонента экологического мышления на модель поведения человека.

Современные исследователи, занимаясь вопросами экологического обучения, активно изучают экологических установки учащихся.

Например, M. A. Naşiloğlu, P. U. Keleş, S. Aydın [14], анализировали деятельность учащихся в образовательных учреждениях по поведенческому и психическому аспектам и выяснение отношения установок по нескольким переменным. Ими была введена шкала показателей, характеризующих экологическое мышление и экологическое поведение. Ключевым выводом учёных стало заключение, что с возрастом учащихся их ориентация на бережное отношение к окружающей среде теряется. S. Laso Salvador, M. Ruiz Pastrana, J. Marbán Prieto¹⁰ в своих исследованиях замечают, что формирование экологического мышления есть приоритетная цель для устойчивого человеческого развития, важная составляющая политики экологического образования. Они предлагают для оценки экологических знаний, формирования экологической компетентности рассматривать четыре характеристики: когнитивный, конативный, аффективный и активный. Их результаты доказали повышение качества экологических знаний после активной метакогнитивной включенности в деятельность. Тем самым они подтвердили, что формированию экологического мышления способствует именно творческая исследовательская работа, выполнение проектов.

Изучение проблем подготовки специалистов под вызовы цифровой экономики будущего включало работу с положениями «Атласа новых профессий»¹¹, «Стратегии развития отрасли информационных технологий в РФ на 2014–2020 гг. и на перспективу до

научного цикла: (физические аспекты образования). дисс. док. пед. наук. – Ташкент, 1982. – 356 с. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001141955>

¹⁰ Laso Salvador S., Ruiz Pastrana M., Marbán M. J. Impacto de un programa de intervención metacognitivo sobre la Conciencia Ambiental de docentes de Primaria en formación inicial // Revista Eureka Sobre Enseñanza Y

Divulgación De Las Ciencias. – 2019. – Vol. 16 (2). – Pp. 2501. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_sen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2501

¹¹ Надпрофессиональные навыки. Атлас новых профессий. URL: http://atlas100.ru/future/crossprofessional_skills



2025 года»¹², работ С. И. Осиповой, Н. В. Гафуровой, Э. А. Рудницкого [40], М. Н. Филатовой, В. С. Шейнбаума, П. Г. Щедровицкого [43], В. Scholtz, С. Burger, М. Zita¹³ и др.

В частности, С. И. Осипова, Н. В. Гафурова, Э. А. Рудницкий [40] подробно исследуют процесс формирования Soft skills для студентов в образовательной программе направления «Металлургия» при подготовке бакалавров. М. Н. Филатова, В. С. Шейнбаум, П. Г. Щедровицкий [43] на примере практики Губкинского университета показывают важность командной работы в получении востребованных навыков будущего. Проблемы трудоустройства инженерно-технических кадров, несоответствие спектра получаемых умений и навыков с требуемыми в современном цифровом обществе представлены в работе Е. Я. Варшавской, Е. С. Котырло [38]. Ya. Kuzminov, P. Sorokin, I. Froumin [18] обосновывают, что вызовы цифровой экономики требуют переосмысления образовательной политики. Выполненная аналитическая деятельность позволила определить эффективность использования междисциплинарных проектов в виртуальной среде для формирования такого универсального навыка как «умение работать в команде», спектр проблем подготовки инженеров в современных школах, их невостребованность цифровой экономикой, векторы для обучения специалистов инженерно-технического профиля под запросы

«новой» промышленности, в частности, ориентир на учёт человеческого капитала, ресурсосбережение как необходимых условий устойчивого развития [41].

Исследование потенциала мобильных приложений для формирования востребованных универсальных компетенций проводилось на основе работ Е. De Corte [6], P. B. de Moura Oliveira, J. Cunha Boaventura, F. Soares¹⁴, N. P. Subheesh, S. S. Sathy [29], F. Turbak [32].

Обоснованию дидактических возможностей образовательной робототехники именно в плане развития экологического мышления, умения работать в команде, в условиях неопределённости будущего способствовала работа с исследованиями N. Arís, L. Orcos [1], D. Bazylev, A. Marguna, K. Zimenkoa, A. Kremleva, E. Rukujzhaa [5], J. A. Skurikhina, R. A. Valeeva, N. P. Khodakova, E. V. Maystrovich [27], E. V. Soboleva, N. L. Karavaev, N. V. Shalaginova, M. S. Perevozchikova [28], E. A. Aslamova, M. V. Krivov, V. S. Aslamova [36].

Определению дополнительных инструментов для обогащения когнитивной деятельности учащихся, появляющихся именно в курсе мобильной робототехники, помог анализ и обобщение положений E. Afari, M. S. Khine [2], D. Tocháček, J. Lapeš, V. Fuglík [31].

Изученные материалы помогли определиться с выбором среды программирования

¹² Стратегия развития отрасли информационных технологий в РФ на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года [Strategy of the Information Society Development in the Russian Federation for 2017–2030] 2017. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>

¹³ Scholtz B., Burger C., Zita M. A Social Media Environmental Awareness Campaign to Promote Sustainable Practices in Educational Environments // *Advances and New Trends in Environmental and Energy Informatics* Springer International Publishing. – 2016. – Pp. 355–

369. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-23455-7_19

¹⁴ de Moura Oliveira P.B., Boaventura Cunha J., Soares F. Integrating MIT App-Inventor in PLC Programming Teaching // Machado J., Soares F., Veiga G. (Eds) *Innovation, Engineering and Entrepreneurship. HELIX 2018. Lecture Notes in Electrical Engineering*. – Springer, Cham, 2019. – Vol. 505. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-91334-6_3

AppInventor для создания Android приложений. AppInventor (среда визуальной Web) разработки приложений под ОС Android. Для программирования в AppInventor используется графический интерфейс и визуальный язык программирования с блочной структурой, напоминающей языки программирования Scratch, StarLogo TNG. Также среда разработки содержит в своей основе компилятор, который переводит блочную структуру в байт – код Android (Dalvik, ART)¹⁵. Компилятор включает фреймворк GNU для работы с динамическими языками Kawa, который реализует диалект языка Lisp Scheme для Java – платформы (которую в свою очередь использует ОС Android). App Inventor позволяет разрабатывать различные приложения для ОС Android без знания языка программирования Java и использования средств разработки Android Software Development Kit (Android SDK), основываясь для начала разработки на знании основ алгоритмизации.

Оценка эффективности применения ресурсов мобильной робототехники в когнитивной деятельности учащихся для развития экологического мышления и навыка ресурсосбережения проводилась в ходе педагогического эксперимента. В нём были задействованы 50 студентов, из которых были сформированы экспериментальная (26 человек) и контрольная (24 человека) группы. Все испытуемые – учащиеся 10–11 классов, средний возраст которых составил 17 лет. Для участия в эксперименте было получено согласие педагогов-предметников и родителей обучающихся. Эксперимент проводился в специально оборудованных классах информатики, на одном и том же программном обеспечении. Для обра-

ботки результатов педагогического эксперимента был применен анализ произвольных таблиц сопряженности с использованием критерия χ^2 (хи-квадрат) Пирсона.

Результаты исследования

Анализ литературы по проблеме исследования позволил сформулировать авторский подход к раскрытию сущности необходимых для работы понятий.

Под термином «экологическое мышление» будем понимать набор умений и качеств, обусловленных ими действий, для которого характерны: убежденность во взаимосвязи всех энергетических, космических, геологических, биологических и социальных процессов; представление о неразрывной целостности природы и общества; высокий статус экологических ценностей; преодоление антропоцентризма и эгоизма по отношению к природе; чувство личной ответственности за будущее. Экологическое мышление члена общества, подверженного тенденциям цифровизации, автоматизации и глобализации, должно рассматриваться как неотъемлемая составляющая экологической культуры его личности. Структуру экологического мышления предлагаем рассматривать через интеграцию когнитивной, прогностической, практико-преобразовательской, мотивационно-ценностной компоненты.

К критериям сформированности экологического мышления отнесём следующие качества личности: обученность в сфере экологической науки, экосоциальная изобретательность, развитие критического мышления, формирование осознания взаимосвязей между природой, социумом и личностью.

¹⁵ Xie B., Abelson H. Skill progression in MIT app inventor // IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC). –

2016. – Pp. 213–217. DOI: <https://doi.org/10.1109/VLHCC.2016.7739687>

Ключевой идеей развития экологического мышления считаем обязательно проблемный характер образования, направленного на формирование экологического сознания. Более того, соответствующая когнитивная деятельность должна включать решение учебных и практико-ориентированных задач, предполагающих несколько вариантов разрешения, развития различных сценариев будущего в зависимости от события-джокера. Такая многовариантность должна учитывать различные приоритеты и нормы общества.

Бережливое производство в широком смысле следует рассматривать как управление производственным процессом, основанное на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь, что предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя. В промышленном производстве, IT-секторе бережливое производство предполагает бережное отношение к окружающей природе и человеку, умение применять соответствующие навыки в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации через знакомство со строением живых организмов в целях создания автоматизированных систем и мобильных сервисов.

Для поддержки развития качеств и умений, составляющих основу экологического мышления, средствами мобильной робототехники авторами предлагается в учебно-познавательной деятельности участников дидактического процесса цифровой школы учитывать следующие особенности:

1. В качестве ключевого фактора, наиболее существенно влияющего на формирование экологического мышления и навыка бережливого производства при изучении мобильной робототехники, является следующая возмож-

ность: максимально снижается участие человека с целью получить требуемый результат с минимальным воздействием на здоровье, повышением производительности и высокой эффективности.

2. Большое значение в направлении формирования экологической компетентности востребованного специалиста будущего имеет изучение фундаментальных теоретических основ экосферы. Поэтому деятельность по разработке мобильных роботизированных устройств должна сопровождаться изучением специализированных информационных источников экологического назначения, законов и концепций в сфере экологии и т. п.

3. Особое внимание при разработке мобильных роботов следует уделять вопросу энергосбережения. При конструировании необходимо целенаправленно и постоянно обращать внимание ребят на такие моменты, как эффективное использование энергии аккумуляторов, подразумевающее выработку навыка вовремя заряжать устройство, обоснованном использовании звуковых сигналов и т. д.

4. Когнитивная деятельность учащихся при конструировании мобильных роботов должно включать в себя следующие компоненты: мыслительные операции, направленные на разрешение ситуаций и проблем в сфере экологии и энергетики; экологические знания и понимание целостности, системности и процессуальности окружающего мира; умение прогнозировать конечный результат работы автомата; умение выдвигать гипотезы и выбирать из множества возможных вариантов наиболее приемлемый (в том числе при сборке); умение устанавливать причинно-следственные связи.

5. Тематика междисциплинарных проектов по моделированию «умного» решения должна разрабатываться с учетом требований:

соблюдения баланса между цифровой и «зелёной» экономикой; приоритетных направлений развития в сфере технологий и потребностей природы, общества; необходимости самоопределения и социализации индивида.

6. Практика по конструированию и сборке должна проходить в условиях трехстороннего информационного взаимодействия «учитель – ученик – мобильное (автоматизированное) устройство», на уровне «человек – мобильное (автоматизированное) устройство – природа».

Применение в курсе мобильной робототехники перечисленных особенностей позволит создать дополнительные условия для формирования экологического мышления и навыка бережливого производства как востребованных надпрофессиональных компетенций в соответствии с особенностями атласа профессий будущего; позволит учесть дидактический потенциал цифровых ресурсов и киберфизических систем в направлении подготовки профессионалов «нового» склада.

Для применения выявленных особенностей опишем проектную деятельность по сборке устройства на микроконтроллерной платформе Arduino и созданию Android приложений в среде визуальной разработки MIT AppInventor.

Проект AppInventor изначально ориентирован на популяризацию разработки приложений посредством предоставления возможности перейти от использования готовых продуктов к разработке собственных ресурсов. Работа в среде позволяет взаимодействовать посредством нескольких смартфонов, передавать данные с одного мобильного устройства на экран другого. Все компоненты и операции визуализируются на экране Android. Имеется возможность использования оригинальной (английской) версии среды, если уровень изу-

чения языка близок к Elementary (элементарный уровень) или лучше всего Intermediate (средний уровень). Последнее облегчает использование зарубежной литературы по App Inventor по части изучения среды и разработки мобильных роботов.

Рассмотрим инженерную разработку устройства для решения следующей практической задачи (актуальной проблемной ситуации): разработать автоматизированное приложение-проект «Умная столовая».

Опишем суть проблемной ситуации. Предположим, что каждый учащийся имеет возможность позавтракать и пообедать в школьной столовой. Для этого в школах увеличивают время на перемену и составляют ежедневное меню. Но возможны следующие трудности: не всех устраивает набор блюд, которые предлагают; многим захочется самим определять своё меню; нужно учитывать установки учащихся на здоровый образ жизни; требуется подготовить список блюд, рекомендованный для здорового питания.

На сегодняшний день отсутствует возможность массового введения в работу школьных столовых опции выбора блюд по предпочтению учащихся из-за увеличения времени обслуживания и других ресурсозатрат.

Требуется предложить «умное решение», способное оптимизировать работу столовой с применением цифровых технологий в области программного управления процессами и мобильной разработки.

В качестве мотивации актуальности такого проекта можно провести опрос учащихся с вопросом «Хотели бы они, чтобы их столовая была оборудована таким «умным» устройством».

Цель проекта – обеспечение здорового питания за счет индивидуальной комплектации обедов без привлечения дополнительных

ресурсов. Идея продукта (проектное решение): мобильное устройство автоматизации выбора и выдачи блюд в столовой.

В связи с этим последовательность этапов когнитивной деятельности учащихся при реализации проекта включает в себя:

– введение в проблему посредством беседы с группой обучающихся (приведение конкретных жизненных примеров, в которых проблемная ситуация раскрывается; приведение неоспоримых фактов того, что решение проблемной ситуации не может быть отложено на неопределенный срок);

– изучение проблемы (групповое обсуждение; анализ материалов в свободном доступе, поиск существующих технических решений; исследование достоинств и недостатков найденных решений);

– распределение ролей в проектной группе с учетом индивидуальных интересов и ценностей участников;

– поиск технического решения (мозговой штурм; метод фокальных объектов; методы теории решения изобретательских задач и методы поиска технических решений; метод изобретательской разминки, понятие продуктивного мышления; метод инженерных ограничений);

– составление технического задания на разработку программного решения с указанием продолжительности выполнения каждого этапа;

– непосредственно выполнение этапов проекта, проектирование и программирование устройства;

– содержательное наполнение среды приложения;

– проведение тестового запуска и серии испытаний для подтверждения работоспособности устройства (поиска и устранения недочетов в работе);

– итоговая доработка устройства, завершение разработки прототипа устройства;

– подготовка выступления и представление итогов работы над проектом в виде презентации с демонстрацией работы прототипа;

– составление технической документации по применению в форме инженерной книги;

– подведение итогов, групповая рефлексия.

Данный проект реализуется после получения учащимися базовых навыков работы с микроконтроллерами Arduino, мобильной разработки и основ проектной деятельности. Реализация проекта по изготовлению работающего прототипа предполагает два-три месяца.

Алгоритм работы устройства:

1. Выбор блюд. Он осуществляется в мобильном приложении. Данные о сделанном выборе передаются устройству в виде карточки пользователя.

2. Считывание данных с карточки. Проверка имени пользователя/считывание. Как только пользователь подходит к устройству и прикладывает карточку, ему «упаковывается» обед, составленный из выбранных блюд

3. Сборка обеда. Приложение собирает выбранные блюда воедино, происходит «упаковка» обеда.

4. Выдача обеда.

Междисциплинарным творческим результатом проектной деятельности будет устройство автоматизации сбора и выдачи обеда в школьной столовой, представляющий собой программу-приложение для выбора блюд и заказа обеда.

В качестве результатов проектной деятельности в плане экологического обучения, получения навыка бережливого производства отметим следующие: при реальной реализации можно будет оптимизировать меню в соответствии с принципами здорового образа жизни,

ресурсосбережения и уменьшить проблему производства для организации здорового полноценного питания пользователей. Можно еще отметить экономическую составляющую, если посчитать продукты, выбрасываемые в столовых; материальные затраты родителей. Здесь же учитывается социальная компонента экологического обучения: минимизируется риск планомерного отказа учащихся питаться в столовых из-за нарушения их ценностей.

Отдельное место в работе над проектом отводится решению вопросов ресурсосбережения:

– проблема производительности в совокупности с увеличением времени работы ноутбука от батареи;

– комбинации решений для таких проблем, как сэкономить на счетах за электроэнергию, как уменьшить тепловыделение основных компонентов (добившись тишины в работе), как разрешить экологические затруднения на Земле и внести свой вклад в сохранение ресурсов планеты;

– на что обращать внимание при покупке ноутбука, мобильного устройства;

– какие действия выполнять, чтобы реализовать энергосберегающую автоматику современного процессора.

При необходимости проводится техника безопасности. Все выявленные технические особенности по эксплуатации учащиеся отражали в инженерной книге.

Таким образом, описаны особенности формирования экологического мышления и навыка бережливого производства средствами мобильной робототехники при когнитивной деятельности учащихся для реализации междисциплинарного исследовательского проекта, отвечающего требованиям цифровой школы в плане подготовки будущих специалистов нового склада, способных к совершению прорыва в современной науке и технике.

Ожидаемые результаты обучения: формирование качеств и умений, составляющих основу экологического мышления; приобретение навыков прогнозирования возможных изменений в условиях задачи, выбора оптимального решения; получение практики алгоритмизации и программирования на примерах реальной межотраслевой деятельности; развитие умений автоматизировать конкретный процесс (электрика, механика/программирование); приобретение опыта организации учебного сотрудничества и совместной деятельности со сверстником; коммуникации в проектной деятельности.

Занятия по робототехнике для учащихся в контрольной группе при изучении основ алгоритмизации и программирования проходили без специальной организации когнитивной деятельности по решению проблем экологического характера и ресурсосбережения. Они были активны и самостоятельны в исследованиях, которые были организованы в виде практических работ с конструкторами, выполняя задания по отдельным темам. Обучение школьников из экспериментальной группы проходило по описанному варианту.

Для диагностики входных условий в модель педагогического эксперимента проводился опрос, состоявший из серии заданий. Примеры заданий для входного опроса:

1. Ртутно-цинковая батарейка весит в среднем 12 грамм. При утилизации батареек выделяют графит. Известно, что из переработки 1 кг. батареек можно выделить графита на 20 карандашей. Разработайте информационную модель, которая позволит рассчитать: сколько батареек следует сдать на перерабатывающий завод, чтобы можно было выделить графита на 100 карандашей.

2. Россия занимает 4 место в рейтинге по выбросу углекислого газа. ТЭЦ при использо-

вании 20 тысяч тонн угля выбрасывает в атмосферу 200 тонн золы и вредных веществ. Разработайте информационную модель, которая позволит рассчитать: сколько будет выброшено в атмосферу золы и вредных веществ при использовании 460 тысяч тонн угля.

3. В составе батареек есть опасные металлы. Цинк – металл, входящий в состав батареек. Определите – верно ли утверждение, что «цинк – опасный металл».

4. В батарейках анодами могут выступать цинковый стаканчик или цинковый порошок, электролитическая пропитка может быть угольно-цинковой, из хлорида цинка, марганцево-цинковой, ртутной, серебряной и литиевой. Каждая батарейка содержит графитный стержень и предохранительную прокладку. Столько типов батареек можно сконструировать с такими материалами?

Результаты опроса оценивались по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, описанными далее. Контрольное мероприятие предполагало выполнение междисциплинарного проекта, ориентированного на бережливое производство, и поддержанное автоматизированной высокотехнологической системой. Была сформулирована учебно-познавательная задача, содержание которой предполагает: обеспечение комфорта, безопасности и ресурсосбережения для всех пользователей; реализацию взаимосвязи всех энергетических, космических, геологических, биологических и социальных процессов; учёта представлений о неразрывной целостности природы и общества; преодоления антропоцентризма и эгоизма по отношению к природе; проявления чувства личной ответственности за будущее человечества и природы.

Проект требовал навыков системного мышления; работы в условиях неопределённости; взаимодействия и межотраслевой комму-

никации; умений алгоритмизации и программирования; управления проектами; оформления технической документации по будущей эксплуатации.

Для определения уровня сформированности экологического мышления и навыка бережливого производства были введены критерии «очень низкий», «низкий», «средний», «высокий», «очень высокий». Как ранее отмечалось, фактически оценивалась сформированность сознательной составляющей экологического мышления; экологическая грамотность (знание фундаментальных экологических законов, умение учитывать эти законы в своей деятельности, прогнозирование вероятностных событий). Далее опишем уровни сформированности экологического мышления:

Уровень «очень высокий»: обучающийся показывал систематизированные, глубокие и полные знания по теме, корректно применял терминологию; ориентировался в теориях, концепциях, информационных ресурсах и давал им критическую оценку; проявлял в работе элементы научного творчества; четко обозначал цели и задачи классификации; логично, последовательно и аргументировано отстаивал концептуальное содержание темы; демонстрировал высокий уровень знаний и культуры мышления; стилистически грамотно, правильно и исчерпывающе отвечал на все дополнительные вопросы.

Уровень «высокий»: учащийся предлагал идеи, однако они не вполне соответствовали условиям проблемной задачи. Проявлял в работе элементы научного творчества; но один-два раза ошибался при обозначении целей и задач классификации; достаточно логично, последовательно и аргументировано отстаивал концептуальное содержание темы; демонстрировал высокий уровень знаний и культуры мышления; допускал одну-две не критические

ошибки при техническом оформлении результатов. Ответ на дополнительный вопрос по математической деятельности давал правильно, но не всегда развёрнуто.

Уровень «средний»: обучающийся обладал глубокими, но не всегда систематизированными, знаниями по теме; знал научную терминологию; владел инструментарием, но не во всех ситуациях эффективно его использовал; ориентировался в основных теориях, концепциях и информационных ресурсах, но не мог дать им критическую оценку; в большей части работы проявлял элементы научного творчества; придерживался обозначенных педагогом целей и задач классификации; не всегда мог аргументировано отстоять содержание темы; демонстрировал навыки творческого самостоятельного мышления; грамотно, логически правильно отвечал на большинство из дополнительных вопросов.

Уровень «низкий»: школьник демонстрировал недостаточно полный объем экологических понятий, знаний из области информатики, кибернетики и др.; использовал терминологию, но не всегда мог ответить на дополнительные вопросы по эксплуатации приложения и опти-

мизации работы; не умел ориентироваться в основных теориях, концепциях и информационных ресурсах; делал содержательные ошибки в классификации; при оформлении результатов исследования допускал технические ошибки и нарушения требований оформления.

Если же учащиеся показывали только фрагментарные междисциплинарные знания; не умели использовать специальную терминологию; не могли ответить на дополнительные вопросы; не ориентировались в основных теориях, концепциях и информационных ресурсах; не могли объяснить полученные выводы; проявляли несамостоятельность при классификации и программировании приложений; допускали грубые ошибки в технической документации по оформлению проектов, то уровень сформированности экологического мышления оценивался «низкий».

Оценка «отлично» соответствовала уровням «высокий» и «очень высокий», «хорошо» для показателя «средний», «удовлетворительно» для «низкого уровня». Во всех остальных случаях выставлялась оценка «неудовлетворительно». Результаты выполнения междисциплинарного проекта после эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты экспериментальной оценки*Table 1**The results of the experimental evaluation*

| Оценка | Количество испытуемых (чел.) | | | |
|--------|---|-------|-------------------------------------|-------|
| | Экспериментальная группа (26 учащихся) | | Контрольная группа (24 учащихся) | |
| | До | После | До | После |
| 5 | 0 | 8 | 1 | 3 |
| 4 | 4 | 10 | 3 | 4 |
| 3 | 14 | 6 | 13 | 12 |
| 2 | 8 | 2 | 7 | 5 |

Выполняя количественный анализ приведенных результатов, можно сделать вывод, что

после завершения эксперимента у 69 % студентов экспериментальной группы уровень умений и способностей оказался высоким (оценки 4 и

5), в то время как первоначально этот процент был равен 15 %. Это говорит о качественном улучшении показателей обучения испытуемых экспериментальной группы. Вместе с тем уровень умений и способностей в контрольной группе также увеличился, однако не столь существенно: после завершения эксперимента только 29 % студентов контрольной группы показали высокие результаты (по сравнению с 16 % до эксперимента), остальные чуть более 70 % испытуемых остались на среднем и низком уровне.

Для реализации критерия χ^2 (хи-квадрат) Пирсона были приняты следующие гипотезы: Но: уровень сформированности умений, способности и качеств экспериментальной группы статистически равен уровню сформированности контрольной группы; гипотеза Н1: уровень сформированности умений, способности и качеств экспериментальной группы выше уровня контрольной группы.

Вычисляем значение статистики критерия до ($\chi^2_{\text{набл.1}}$) и после ($\chi^2_{\text{набл.2}}$) эксперимента с помощью онлайн-ресурса (<http://medstatistic.ru/calculators/calchit.html>).

Определим уровень значимости $\alpha = 0,05$; $c = 4$. Тогда число степеней свободы $\nu = c - 1 = 3$. По таблицам распределения χ^2 для $\nu = 3$ и $\alpha = 0,05$ критическое значение равно 7,82. Оцениваем: $\chi^2_{\text{набл.1}} < \chi^2_{\text{крит}}$ ($1,49 < 7,82$), а $\chi^2_{\text{набл.2}} > \chi^2_{\text{крит}}$ ($8,55 > 7,82$). Согласно правилу принятия решений, это означает, что до проведения эксперимента верной является гипотеза Н0, а после проведения эксперимента верной является гипотеза Н1.

Перечислим некоторые из умений Soft Skills, которые формируются дополнительно в процессе конструирования: умение аргументировано отстаивать свою точку зрения; умение искать информацию в свободных источниках и структурировать ее; умение планировать самостоятельную исследовательскую деятельность

для проектирования нового технического устройства или улучшения характеристик старого; умение оценить необходимый объем профессиональных знаний и навыков; умение оценить эстетичность решения и его соответствие нормам общественной морали; критическое мышление и умение объективно оценивать результаты своей работы.

Выделим и основные умения Hard Skills, которые формируются при разработке роботизированных устройств: умение найти решение задачи в условиях ресурсных ограничений, предложить альтернативное решение; умение составлять алгоритм программы; знание программирования микроконтроллерных платформ в среде Arduino IDE; умение получать и обрабатывать информацию с Arduino – совместимых модулей; умение создания Android приложений в среде визуальной разработки MIT App Inventor; умение организовать полноценные многократные эксплуатационные испытания, направленные на изучение и улучшение отдельных характеристик создаваемого технического устройства.

Таким образом, экспериментальная оценка подтверждает качественное отличие в уровне навыков бережного отношения к окружающей природе и человеку, умений применять экологическое сознание в коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации. Учащиеся экспериментальной группы существенно повысили уровень умений и навыков по ресурсосбережению и защите окружающей среды, в отношении сформированности экологического мышления и бережливого производства как компетенций, востребованных современным высокотехнологичным производством. Особую значимость для решения будущих профессиональных задач по внедрению инноваций имеет то обстоятельство, что конкретизация содержания каждого междисциплинар-

ного проекта происходит не по инициативе тренера, что свойственно традиционной системе обучения, а определяется самими обучающимися. При программировании мобильных приложений также создавались дополнительные возможности для развития навыков командной работы, межотраслевая коммуникация, осуществлялась пропедевтика работы с технической документацией.

С другой стороны, в процессе проведения эксперимента, приходилось решать проблемы дидактического и методического характера: проявление междисциплинарных знаний и творчества в формулировании тем проекта; изучение специальной литературы по проблемам экосферы; синхронизация мобильного устройства и программного средства; необходимость поиска специализированных интерактивных ресурсов; недостаточный уровень языковой подготовки при работе с зарубежными источниками информации; большие временные и трудовые затраты на техническое оформление результатов проекта.

Заключение

Таким образом, основные выявленные особенности развития экологического мышления и навыка бережливого производства в курсе мобильной робототехники следующие:

1) экологическое мышление члена общества, подверженного тенденциям цифровизации, автоматизации и глобализации, должно рассматриваться как неотъемлемая составляющая информационной культуры его личности;

2) проблемный характер образования, проектная междисциплинарная деятельность, соблюдение баланса между техническими достижениями и возможностями окружающей среды – основные дидактические принципы экологического обучения в цифровой школе. Когнитивная деятельность учащихся при кон-

струировании роботов должна включать решение практико-ориентированных задач, предполагающих несколько вариантов разрешения, развитие различных сценариев будущего в зависимости от события-джокера. Такую многовариативность и поддерживают ресурсы мобильной робототехники;

3) конструирование и сборка мобильных устройств является не самоцелью, а мотивом к изучению фундаментальных теоретических основ экосферы, к работе со специализированными информационными источниками экологического назначения, законами и концепциями в сфере экологии и т. п.;

4) деятельность по сборке и применению роботов должна сопровождаться обсуждением вопросов ресурсосбережения: эффективное использование энергии аккумуляторов, звуковых сигналов и т. д.;

5) экологическая грамотность члена цифрового общества формируется через понимание взаимосвязи техносферы и биосферы; посредством формирования умений прогнозировать будущий результат работы, предполагать и отбирать идеи решения, учитывающие как вызовы «новой» промышленности, так и ограниченность ресурсов;

6) формулировка задачи для моделирования «умного» решения в курсе мобильной робототехники должна обязательно учитывать инновации в науке и технике, а также поддерживать учащихся в самоопределении и социализации;

7) спектр информационного взаимодействия на занятиях обогащается за счет таких направлений воздействия как «учитель–ученик–мобильное (автоматизированное) устройство», «человек–мобильное (автоматизированное) устройство–природа».

Таким образом, обоснованно считаем, что условием, определяющим особенности и

возможности ресурсов мобильной робототехники для развития экологического мышления, навыка бережливого производства является то, что конструируемое устройство позволяет максимально оптимизировать деятельность человека для получения требуемого результата. При этом достигается повышение производительности, ресурсосбережение и минимизируется воздействие на здоровье, окружающую среду.

На примере разработки «умных» проектных решений, которые соответствуют вызовам глобальной цифровой трансформации, описанные особенности раскрыты в организационной, методической и технической составляющей деятельности наставника. Анализ результатов когнитивной деятельности учащихся при конструировании роботов позволяет обоснованно утверждать, что применение

мобильных технологий в подготовке специалистов будущего позволяет качественно изменить методы и средства обучения, повысить уровень сформированности технических умений, подготовить учащихся к овладению высокотехнологичной профессии для цифровой экономики.

Эффективность предлагаемого подхода подтверждена педагогическим экспериментом, в ходе которого результат когнитивной деятельности оценивался по комплексу критериев, соответствующих сущности компетентностей профессий будущего и приоритетам цифровой экономики. Результаты исследования доказывают, что новые вызовы и требования общества, государства, бизнеса к системе образования обуславливают необходимость целенаправленного формирования экологического мышления как основы востребованных компетенций специалистов будущего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Arís N., Orcos L. Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills // *Education Sciences*. – 2019. – Vol. 9 (2). – Pp. 73. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
2. Afari E., Khine M. S. Robotics as an educational tool: Impact of lego mindstorms // *International Journal of Information and Education Technology*. – 2017. – Vol. 7 (6). – Pp. 437–442. DOI: <http://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.6.908>
3. Agranovich M. Educational Resources: Saturation or Satiety? // *Educational Studies Moscow*. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 254–275. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-4-254-275>
4. Allabouche K., Diouri O., Gaga A., El Amrani, El Idrissi, N. Mobile phones' social impacts on sustainable human development: case studies, Morocco and Italy // *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. – 2016. – Vol. 4 (1). – Pp. 64–73. DOI: [https://doi.org/10.9770/jesi.2016.4.1\(6\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2016.4.1(6))
5. Bazylev D., Marguna A., Zimenkoa K., Kremleva A., Rukujzhaa E. Participation in robotics competition as motivation for learning // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2014. – Vol. 152. – Pp. 835–840. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.330>
6. de Corte E. Learning Design: Creating Powerful Learning Environments for Self-Regulation Skills // *Educational Studies Moscow*. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 30–46. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-4-30-46>
7. Fritsch M., Wyrwich M. Regional Emergence of Start-Ups in Information Technologies: The Role of Knowledge, Skills and Opportunities // *Foresight and STI Governance*. – 2019. – Vol. 13 (2). – Pp. 62–71. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.62.71>



8. Gault F. User Innovation in the Digital Economy // *Foresight and STI Governance*. – 2019. – Vol. 13 (3). – Pp. 6–12. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.3.6.12>
9. Gilmanshina, S. I., Sagitova, R. N., Gilmanshin, I. R. Science Education: Development of Environmental Thinking // *European research studies journal XXI*. – 2018. – Vol. 21 (3). – pp. 690–704. DOI: <https://doi.org/10.35808/ersj/1093>
10. Janelli M. E-Learning in Theory, Practice, and Research // *Educational Studies Moscow*. – 2018. – no. 4. – pp. 81–98. – DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2018-4-81-98>
11. Jelatu S., Kurniawan Y., Kurnila V. S., Mandur K., Jundu R. Collaboration TPS learning model and m-learning based on android for understanding of trigonometry concepts with different cognitive style // *International Journal of Instruction*. – 2019. – Vol. 12 (4). – Pp. 545–560. DOI: <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12435a>
12. Hamada M., Hassan M. An Interactive Learning Environment for Information and Communication Theory // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2017. – Vol. 13 (1). – Pp. 35–59. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00603a>
13. Hamid S., Ijab M., Sulaiman H., Anwar R. & Norman A. Social media for environmental sustainability awareness in higher education // *International Journal of Sustainability in Higher Education*. – 2017. – Vol. 18 (4). – Pp. 474–491. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2015-0010>
14. Haşiloğlu M. A., Keleş P. U., Aydın S. Examining environmental awareness of students from 6th, 7th and 8th classes with respect to several variables: “sample of Agri city” // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2011. – Vol. 28. – Pp. 1053–1060. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.191>
15. Hill V., Knutzen K. B. Virtual world global collaboration: an educational quest // *Information and Learning Science*. – 2017. – Vol. 118 (9/10). – Pp. 547–565. DOI: <https://doi.org/10.1108/ILS-02-2017-0010>
16. Kandlhofer M., Steinbauer G. Evaluating the impact of educational robotics on pupils’ technical- and social-skills and science related attitudes // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2016. – Vol. 75. – Pp. 679–685. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.007>
17. Karakozov S. D., Ryzhova N. I. Information and education systems in the context of digitalization of education // *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. – 2019. – Vol. 12 (9). – Pp. 1635–1647. DOI: <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0485>
18. Kim C., Kim D., Yuan J., Hill R. B., Doshi P., Thai C. N. Robotics to promote elementary education pre-service teacher’s STEM engagement, learning and teaching // *Computers and Education*. – 2015. – Vol. 91. – Pp. 14–31. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
19. Kuzminov Ya., Sorokin P., Froumin I. Generic and Specific Skills as Components of Human Capital: New Challenges for Education Theory and Practice // *Foresight and STI Governance*. – 2019. – Vol. 13 (2). – Pp. 19–41. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.19.41>
20. Lavrinenko A., Shmatko N. Twenty-First Century Skills in Finance: Prospects for a Profound Job Transformation // *Foresight and STI Governance*. – 2019. – Vol. 13 (2). – Pp. 42–51. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.42.51>
21. Mora-Luis C. E., Martin-Gutierrez J. The Change of Educational Processes, Learning and Teaching in Engineering Education // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2020. – Vol. 16 (3). – em1828. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/116034>
22. Ozogul G., Miller C. F., Reisslein M. School Fieldtrip To Engineering Workshop: Pre-, Post-, And Delayed-Post Effects on student perceptions by age, gender, and ethnicity // *European Journal of Engineering Education*. – 2019. – Vol. 44 (5). – Pp. 745–768. DOI: <http://doi.org/10.1080/03043797.2018.1518408>



23. Otto S., Kaiser F. G. Ecological behavior across the lifespan: Why environmentalism increases as people grow older // *Journal of Environmental Psychology*. – 2014. – Vol. 40. – Pp. 331–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.08.004>
24. Perig A. V. Didactic student-friendly approaches to more effective teaching of the fundamentals of scientific research in a digital era of scientometrics // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2018. – Vol. 14 (12). – em1632. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/97188>
25. Ralph M., Stubbs W. Integrating environmental sustainability into universities // *Higher Education*. – 2014. – Vol. 67. – Pp. 71–90. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10734-013-9641-9>
26. Rejeb A., Keogh J. G., Treiblmaier H. Leveraging the internet of things and blockchain technology in supply chain management // *Future Internet*. – 2019. – Vol. 11 (7). – Pp. 161. DOI: <https://doi.org/10.3390/fi11070161>
27. Skurikhina J. A., Valeeva R. A., Khodakova N. P., Maystrovich E. V. Forming research competence and engineering thinking of school students by means of educational robotics // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2018. – Vol. 14 (12). – em1639. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/97827>
28. Soboleva E. V., Karavaev N. L., Shalaginova N. V., Perevozchikova M. S. Improvement of the Robotics Cross-Cutting Course for Training of Specialists in Professions of the Future // *European Journal of Contemporary Education*. – 2018. – Vol. 7 (4). – Pp. 845–857. DOI: <https://doi.org/10.13187/ejced.2018.4.845>
29. Subheesh N. P., Sethy S. S. Learning through Assessment and Feedback Practices: A Critical Review of Engineering Education Settings // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. – 2020. – Vol. 16 (3). – em1829. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/114157>
30. Taneja H., Webster J. G., Malthouse E. C., Ksiazek T. Media consumption across platforms: Identifying user-defined repertoires // *New Media & Society*. – 2012. – Vol. 14 (6). – Pp. 951–968. DOI: <https://doi.org/10.1177/1461444811436146>
31. Tocháček D., Lapeš J., Fuglík V. Developing Technological Knowledge and Programming Skills of Secondary Schools Students through the Educational Robotics Projects // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2016. – Vol. 217. – Pp. 377–381. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.107>
32. Turbak F. Improving App Inventor usability via conversion between blocks and text // *Journal of Visual Languages & Computing*. – 2014. – Vol. 25 (6). – Pp. 1042–1043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.10.005>
33. Wilmer H. H., Chein J. M. Mobile technology habits: patterns of association among device usage, intertemporal preference, impulse control, and reward sensitivity // *Psychonomic Bulletin & Review*. – 2016. – Vol. 23. – Pp. 1607–1614. DOI: <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1011-z>
34. Zafoschnig A. Smart ideas for engineers – the impact of emerging technologies on modern engineering education // *Higher Education in Russia*. – 2018. – Vol. 27 (6). – Pp. 66–70. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35161096>
35. Zsóka A., Szerényi Z. M., Széchy A., Kocsis T. Greening due to environmental education? Environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students // *Journal of Cleaner Production*. – 2013. – Vol. 48. – Pp. 126–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>
36. Асламова Е. А., Кривов М. В., Асламова В. С. Экспертная система агрегированной оценки уровня промышленной безопасности // *Вестник Томского государственного университета*.



- Управление, вычислительная техника и информатика. – 2018. – № 44. – С. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.17223/19988605/44/9> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36273535>
37. Данилина Е. К. Контроль сформированности иноязычных письменных речевых умений при помощи мобильных приложений: теоретико-методическая модель // Научный диалог. – 2018. – № 3. – С. 253–266. DOI: <https://doi.org/10.24224/2227-1295-2018-3-253-266> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32717170>
38. Варшавская Е. Я., Котырло Е. С. Выпускники инженерно-технических и экономических специальностей: между спросом и предложением // Вопросы образования. – 2019. – № 2. – С. 98–128. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-2-98-128> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38246974>
39. Иванченко Д. А. Управление мобильными технологиями в информационном пространстве современного вуза // Высшее образование в России. – 2014. – № 7. – С. 93–100. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21735261>
40. Осипова С. И., Гафурова Н. В., Рудницкий Э. А. Формирование Soft skills в условиях социально общественных практик студентов при реализации образовательной программы в идеологии Международной инициативы CDIO // Перспективы науки и образования. – 2019. – № 4. – С. 91–101. DOI: <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.8> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39544349>
41. Перелет Р. А. Экологические аспекты цифровой экономики // Мир новой экономики. – 2018. – № 4. – pp. 39–45. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2018-12-4-39-45> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36510532>
42. Соболева Е. В., Перевозчикова М. С. Особенности подготовки будущих учителей к разработке и применению мобильных игровых приложений с обучающим контентом // Перспективы науки и образования. – 2019. – № 5. – С. 428–440. DOI: <https://doi.org/10.32744/pse.2019.5.30> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41266933>
43. Филатова М. Н., Шейнбаум В. С., Щедровицкий П. Г. Онтология компетенции «умение работать в команде» и подходы к её развитию в инженерном вузе // Высшее образование в России. – 2018. – № 6. – С. 71–82. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35161097>
44. Чуйкова Л. Ю. Размышления о роли информации в информационной модели природы // Астраханский вестник экологического образования. – 2018. – № 1. – С. 20–25. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32453058>



DOI: [10.15293/2658-6762.2001.09](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2001.09)

Elena Vitalievna Soboleva,

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Department of Digital Technologies in Education,
Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.

Corresponding author

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3977-1246>

E-mail: sobolevaelv@yandex.ru

Natalya Ivanovna Isupova,

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Department of Digital Technologies in Education,
Vyatka State University, Kirov, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9889-445X>

E-mail: natalyisupova@mail.ru

Larisa Vladimirovna Karaulova,

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Physics and Medical Informatics Department,
Kirov State Medical University, Kirov, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4618-8443>

E-mail: v.karaulov@mail.ru

Magomedkhan Magomedovich Nimatulaev,

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Department of Business Informatics,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
Moscow, Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4290-6073>

E-mail: mnimatulaev@fa.ru

Development of environmental thinking and lean manufacturing skills in the course of mobile robotics

Abstract

Introduction. *The authors investigate the problem of developing innovative thinking among students in the field of Information Technologies. The purpose of the study is to reveal the characteristics of developing environmental thinking and lean manufacturing skills in the course of mobile robotics.*

Materials and Methods. *The research methodology is based on reviewing and analysis of scholarly literature on digital transformation of society, mobile learning, educational robotics, the use of software tools for development of thinking. The authors apply the methods of educational and psychological research. The empirical research is aimed at assessing personal traits, qualities and skills relevant for environmental thinking, which is a future-oriented competence.*

Results. *The importance of clarifying the concepts of 'environmental thinking' and 'lean manufacturing' is justified precisely in the context of using mobile robotics for various sectors of the digital economy as the basis for preparing sought-after professionals. The authors examine the characteristic features of using mobile technologies in order to improve the effectiveness of training in a digital school and career guidance. They contain organizational, methodological and technical*



aspects of mentoring activities. The study emphasizes the main factor, which determines the possibility of using mobile robotics resources to support the conditions for developing environmental thinking and resource conservation skills, as the bases for the introduction of innovations and meeting the challenges of automation, globalization, and competitiveness. The characteristic features of developing environmental thinking and lean manufacturing skills are revealed and illustrated by 'smart' design solutions, which meet the challenges of global digital transformation.

Conclusions. The article summarizes the characteristic features of developing ecological thinking and lean production skills in the course of designing a mobile automated device in the context of students' creative, interdisciplinary, cognitive and research activities aimed at training highly qualified professionals for the future economy.

Keywords

Mobile applications; Training; Digital technologies; Robotic systems; Cross-industry communication; Performance improvement; Resource conservation; Cross-professional competences.

REFERENCES

1. Arís N., Orcos L. Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences*, 2019, vol. 9 (2), pp. 73. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
2. Afari E., Khine M. S. Robotics as an educational tool: Impact of lego mindstorms. *International Journal of Information and Education Technology*, 2017, vol. 7 (6), pp. 437–442. DOI: <http://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.6.908>
3. Agranovich M. Educational resources: Saturation or satiety? *Educational Studies Moscow*, 2019, vol. 4, pp. 254–275. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-4-254-275>
4. Allabouche K., Diouri O., Gaga A., El Amrani, El Idrissi, N. Mobile phones' social impacts on sustainable human development: Case studies, Morocco and Italy. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2016, vol. 4 (1), pp. 64–73. DOI: [https://doi.org/10.9770/jesi.2016.4.1\(6\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2016.4.1(6))
5. Bazylev D., Marguna A., Zimenkoa K., Kremleva A., Rukujzhaa E. Participation in robotics competition as motivation for learning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 152, pp. 835–840. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.330>
6. de Corte E. Learning design: Creating powerful learning environments for self-regulation skills. *Educational Studies Moscow*, 2019, vol. 4, pp. 30–46. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-4-30-46>
7. Fritsch M., Wyrwich M. Regional emergence of start-ups in information technologies: The role of knowledge, skills and opportunities. *Foresight and STI Governance*, 2019, vol. 13 (2), pp. 62–71. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.62.71>
8. Gault F. User innovation in the digital economy. *Foresight and STI Governance*, 2019, vol. 13 (3), pp. 6–12. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.3.6.12>
9. Gilmanshina S. I., Sagitova R. N., Gilmanshin I. R. Science education: Development of environmental thinking. *European Research Studies Journal XXI*, 2018, vol. 21 (3), pp. 690–704. DOI: <https://doi.org/10.35808/ersj/1093>
10. Janelli M. E-Learning in theory, practice, and research. *Educational Studies Moscow*, 2018, no. 4, pp. 81–98. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2018-4-81-98>
11. Jelatu S., Kurniawan Y., Kurnila V. S., Mandur K., Jundu R. Collaboration TPS learning model and m-learning based on android for understanding of trigonometry concepts with different



- cognitive style. *International Journal of Instruction*, 2019, vol. 12 (4), pp. 545–560. DOI: <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12435a>
12. Hamada M., Hassan M. An interactive learning environment for information and communication theory. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2017, vol. 13 (1), pp. 35–59. DOI: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00603a>
 13. Hamid S., Ijab M., Sulaiman H., Anwar R. & Norman A. Social media for environmental sustainability awareness in higher education. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 2017, vol. 18 (4), pp. 474–491. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2015-0010>
 14. Haşiloğlu M. A., Keleş P. U., Aydın S. Examining environmental awareness of students from 6th, 7th and 8th classes with respect to several variables: “Sample of Agri city”. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2011, vol. 28, pp. 1053–1060. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.191>
 15. Hill V., Knutzen K. B. Virtual world global collaboration: An educational quest. *Information and Learning Science*, 2017, vol. 118 (9/10), pp. 547–565. DOI: <https://doi.org/10.1108/ILS-02-2017-0010>
 16. Kandlhofer M., Steinbauer G. Evaluating the impact of educational robotics on pupils’ technical- and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 2016, vol. 75, pp. 679–685. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.007>
 17. Karakozov S. D., Ryzhova N. I. Information and education systems in the context of digitalization of education. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*, 2019, vol. 12 (9), pp. 1635–1647. DOI: <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0485>
 18. Kim C., Kim D., Yuan J., Hill R. B., Doshi P., Thai C. N. Robotics to promote elementary education pre-service teacher’s STEM engagement, learning and teaching. *Computers and Education*, 2015, vol. 91, pp. 14–31. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.005>
 19. Kuzminov Ya., Sorokin P., Froumin I. Generic and specific skills as components of human capital: New challenges for education theory and practice. *Foresight and STI Governance*, 2019, vol. 13 (2), pp. 19–41. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.19.41>
 20. Lavrinenko A., Shmatko N. Twenty-first century skills in finance: prospects for a profound job transformation. *Foresight and STI Governance*, 2019, vol. 13 (2), pp. 42–51. DOI: <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2019.2.42.51>
 21. Mora-Luis C. E., Martin-Gutierrez J. The change of educational processes, learning and teaching in engineering education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2020, vol. 16 (3), em1828. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/116034>
 22. Ozogul G., Miller C. F., Reisslein M. School fieldtrip to engineering workshop: Pre-, post-, and delayed-post effects on student perceptions by age, gender, and ethnicity. *European Journal of Engineering Education*, 2019, vol. 44 (5), pp. 745–768. DOI: <http://doi.org/10.1080/03043797.2018.1518408>
 23. Otto S., Kaiser F. G. Ecological behavior across the lifespan: Why environmentalism increases as people grow older. *Journal of Environmental Psychology*, 2014, vol. 40, pp. 331–338. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.08.004>
 24. Perig A. V. Didactic student-friendly approaches to more effective teaching of the fundamentals of scientific research in a digital era of scientometrics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018, vol. 14 (12), em1632. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/97188>
 25. Ralph M., Stubbs W. Integrating environmental sustainability into universities. *Higher Education*, 2014, vol. 67, pp. 71–90. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10734-013-9641-9>



26. Rejeb A., Keogh J. G., Treiblmaier H. Leveraging the internet of things and blockchain technology in supply chain management. *Future Internet*, 2019, vol. 11 (7), pp. 161. DOI: <https://doi.org/10.3390/fi11070161>
27. Skurikhina J. A., Valeeva R. A., Khodakova N. P., Maystrovich E. V. Forming research competence and engineering thinking of school students by means of educational robotics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2018, vol. 14 (12), em1639. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/97827>
28. Soboleva E. V., Karavaev N. L., Shalaginova N. V., Perevozchikova M. S. Improvement of the robotics cross-cutting course for training of specialists in professions of the future. *European Journal of Contemporary Education*, 2018, vol. 7 (4), pp. 845–857. DOI: <https://doi.org/10.13187/ejced.2018.4.845>
29. Subheesh N. P., Sethy S. S. Learning through assessment and feedback practices: A critical review of engineering education settings. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2020, vol. 16 (3), em1829. DOI: <https://doi.org/10.29333/ejmste/114157>
30. Taneja H., Webster J. G., Malthouse E. C., Ksiazek T. Media consumption across platforms: Identifying user-defined repertoires. *New Media & Society*, 2012, vol. 14 (6), pp. 951–968. DOI: <https://doi.org/10.1177/1461444811436146>
31. Tocháček D., Lapeš J., Fuglík V. Developing technological knowledge and programming skills of secondary schools students through the educational robotics projects. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2016, vol. 217, pp. 377–381. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.107>
32. Turbak F. Improving app inventor usability via conversion between blocks and text. *Journal of Visual Languages & Computing*, 2014, vol. 25 (6), pp. 1042–1043. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.10.005>
33. Wilmer H. H., Chein J. M. Mobile technology habits: patterns of association among device usage, intertemporal preference, impulse control, and reward sensitivity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2016, vol. 23, pp. 1607–1614. DOI: <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1011-z>
34. Zafoschnig A. Smart ideas for engineers – the impact of emerging technologies on modern engineering education. *Higher Education in Russia*, 2018, vol. 27 (6), pp. 66–70. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35161096>
35. Zsóka A., Szerényi Z. M., Széchy A., Kocsis T. Greening due to environmental education? Environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students. *Journal of Cleaner Production*, 2013, vol. 48, pp. 126–138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>
36. Aslamova E. A., Krivov M. V., Aslamova V. S. Expert system of the aggregate assessment of the level of industrial safety. *Bulletin of Tomsk state University. Management, Computer Engineering and Computer Science*, 2018, vol. 44, pp. 84–92. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.17223/19988605/44/9> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36273535>
37. Danilina E. K. Control of formation of foreign language written and speech skills with the help of mobile applications: Theoretical and methodological model. *Scientific Dialogue*, 2018, no. 3, pp. 253–266. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.24224/2227-1295-2018-3-253-266> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32717170>
38. Varshavskaya E. Ya., Kotyrlo E. S. Graduates in engineering and economics: Between demand and supply. *Questions of Education*, 2019, no. 2, pp. 98–128. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-2-98-128> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38246974>



39. Ivanchenko D. A. Mobile technologies management in the information space of modern institute of higher education. *Higher Education in Russia*, 2014, no. 7, pp. 93–100. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21735261>
40. Osipova S. I., Gafurova N. V., Rudnitsky E. A. Formation of Soft skills in the conditions of social and public practices of students in the Implementation of the educational program in the ideology of the CDIO International initiative. *Prospects of Science and Education*, 2019, no. 4, pp. 91–101. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.32744/pse.2019.4.8> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39544349>
41. Perelet R. A. Environmental issues in a digital economy. *World of the New Economy*, 2018, vol. 12 (4), pp. 39–45. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2018-12-4-39-45> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36510532>
42. Soboleva E. V., Perevozchikova M. S. Features of training future teachers to develop and use mobile game applications with educational content. *Prospects of Science and Education*, 2019, no. 5, pp. 428–440. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.32744/pse.2019.5.30> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41266933>
43. Filatova M. N., Sheinbaum V. S., Shchedrovitsky P. G. Ontology of teamwork competency and approaches to its development at engineering university. *Higher Education in Russia*, 2018, vol. 27 (6), pp. 71–82. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35161097>
44. Chuikova L. Yu. Reflections on the role of information in the information model of nature. *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*, 2018, no. 1, pp. 20–25. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32453058>

Submitted: 23 December 2019

Accepted: 09 January 2020

Published: 29 February 2020



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).