

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИДАКТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ИННОВАЦИОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В ЦЕЛОСТНОМ ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ В ЦЕНТРАХ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ

В. Л. ЛОЗИЦКИЙ¹⁾

¹⁾Полесский государственный университет, ул. Днепровской флотилии, 23, 225710, г. Пинск, Беларусь

Предметом авторского рассмотрения является проблематика использования дидактического потенциала высокотехнологичных средств обучения в центрах STEM-образования как составного компонента инновационного подхода, основанного на применении в целостном педагогическом процессе активных методов организации учебно-познавательной деятельности учащихся. Конкретизирован понятийно-терминологический аппарат, оперирование которым позволяет решать задачи проводимого исследования. Выделены комплекс функций и дидактическая роль, выполняемые высокотехнологичными средствами обучения, что позволяет определять функциональную направленность применяемых технических решений с учетом их значимости для развития личности учащихся в условиях становления экономики знаний и эпохи цифровизации. Выявлены технологические и дидактические аспекты интеграции инновационного подхода в образовательное пространство Беларуси. Источниковой базой исследования являются публикации, посвященные актуальным вопросам развития STEM-образования за рубежом и на постсоветском пространстве, в том числе и в Республике Беларусь.

Ключевые слова: STEM-образование; средства обучения; дидактический потенциал; целостный педагогический процесс; дидактическая роль средств обучения.

USE OF DIDACTIC POTENTIAL OF INNOVATIVE TUTORIALS IN COMPLETE PEDAGOGICAL PROCESS OF THE STEM-EDUCATION CENTERS

V. L. LOZITSKY^a

^aPolesye State University, 23 Dniaproŭskaj flatylii Street, Pinsk 225710, Belarus

Subject of author's consideration is the perspective of use of didactic potential of hi-tech tutorials in the centers of STEM-education as compound component of the innovative approach based on application in complete pedagogical process of active methods of the organization of educational cognitive activity of pupils. The conceptual terms framework, operating which allows to solve problems of the conducted research is concretized. A complex of functions and didactic role performed by high-tech means of education have been identified, which makes it possible to determine the functional direction of the applied technical solutions taking into account their importance for the development of the personality of students in the conditions of the development of the knowledge economy and the era of digitalization. Technological and didactic aspects of integrating the innovative approach into the educational space of the Belarus have been identified. Sources of a research are the publications devoted to topical issues of development of STEM-education abroad and in the former Soviet Union including in Republic of Belarus.

Keywords: STEM-education; tutorials; didactic potential; complete pedagogical process; didactic role of tutorials.

Образец цитирования:

Лозицкий ВЛ. Использование дидактического потенциала инновационных средств обучения в целостном педагогическом процессе в центрах STEM-образования. *Журнал Белорусского государственного университета. Журналистика. Педагогика*. 2019;2:83–91.

For citation:

Lozitsky VL. Use of didactic potential of innovative tutorials in complete pedagogical process of the STEM-education centers. *Journal of the Belarusian State University. Journalism and Pedagogics*. 2019;2:83–91. Russian.

Автор:

Вячеслав Леонтьевич Лозицкий – кандидат педагогических наук, доцент; доцент кафедры историко-культурного наследия.

Author:

Vyacheslav L. Lozitsky, PhD (pedagogics), docent; associate professor at the department of historical and cultural heritage.
bakalaur@yandex.ru

Введение

Актуальность разработки теории и развития практики применения в образовании инновационных подходов, основанных на использовании активных методов организации учебной деятельности учащихся и эффективных технических решений, определяется необходимостью урегулирования проблемных вопросов, связанных с адаптацией образовательного пространства к происходящим динамичным социокультурным изменениям. Применение в современном образовании достижений из сферы робототехники, искусственного и гибридного интеллекта, нейросетей, феноменов дополненной и виртуальной реальности, развитие мобильного, сетевого и дистанционного обучения, постепенный переход ключевых видов деятельности (в том числе и учебной) в виртуальное пространство – все это проявления четвертой промышленной революции (индустрии 4.0), современниками которой мы являемся. Тенденции динамичного развития в Республике Беларусь IT-индустрии и недостаточной обеспеченности квалифицированными кадрами в сфере информационно-коммуникационных технологий сопровождаются обозначившимся снижением качества образования в области точных наук, низкой мотивацией школьников и студентов к их освоению. Сложившееся противоречие между социально-государственным запросом на специалистов, обладающих новыми необходимыми в данных условиях личностными качествами и компетенциями, и отставанием в темпах их подготовки подталкивает систему обучения и воспитания к поиску решений, способствующих кардинальному изменению ситуации в образовательной сфере. Научная рефлексия актуализирует вопросы теоретико-методологического обоснования и научно-методического обеспечения инновационных подходов в образовании, основами которых являются:

- высокомотивированная активная деятельность субъектов педагогического взаимодействия;
- междисциплинарность и практикоориентированность в содержании образования с учетом развития творческого начала в структуре личности;
- использование технологического и дидактического потенциала новейших средств обучения

в условиях специально организуемой образовательной среды (в нашем случае в ее качестве выступают центры STEM-образования, практика деятельности которых получила распространение как за рубежом, так и на постсоветском пространстве [1–9]).

Аббревиатура STEM образована от заглавных букв научно-образовательных направлений, в содержательных и предметных областях которых осуществляется образовательная деятельность: *science* – наука; *technology* – технология; *engineering* – инженерия; *mathematics* – математика. В практике обучения известны варианты, когда в акроним добавляются заглавные буквы *A* (STEAM) или *R* (STREM). В первом случае это означает включение компонента, который относится к гуманитарно-эстетической содержательной области (англ. *art* – искусство), во втором – ориентированность содержания образования и его организации на важную технократическую составляющую (англ. *robotics* – робототехника). Сутью STEM-образования является научно-техническая подготовка будущих специалистов через стимулирование интереса и высокую мотивацию к деятельности в области робототехники, конструирования, моделирования и проектирования с опорой на идеи обучения с применением междисциплинарного и прикладного подходов. С позиций дидактики STEM-образование представляет собой планомерный процесс, включающий изучение естественных наук наряду с инженерией, технологией и математикой и основанный на исследовании как ведущем типе учебной деятельности.

В нашем исследовании поставлены задачи определения дидактического потенциала и дидактической роли инновационных высокотехнологичных средств обучения, используемых в целостном педагогическом процессе в STEM-центрах (в большинстве случаев – в дополнительном образовании). Решение данных задач позволит выделить одно из научно-методических оснований эффективной организации и системного применения инновационного инструментария в STEM-образовании, его успешной интеграции в образовательное пространство.

Материалы и методы исследования

В качестве основных методов исследования использованы сравнительно-сопоставительный анализ научных материалов по избранной нами тематике, опубликованных как за рубежом, так и на постсоветском пространстве, и описание эмпирического опыта деятельности центров STEM-образования в Республике Беларусь. На основании современных методологических подходов (системного, средового, компетентностного, деятельностного,

лично ориентированного и др.) определены феноменологическая сущность STEM-образования, потенциал и дидактическая роль его высокотехнологичных средств в целостном педагогическом процессе. В рамках решения поставленных задач конкретизирован используемый понятийно-терминологический аппарат, что обеспечивает необходимый уровень теоретико-методологического обоснования разработки и эффективного системного

применения высокотехнологичного дидактического инструментария и инновационных технических

решений в условиях развития STEM-образования в Республике Беларусь.

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительно-сопоставительный анализ публикаций по проблематике развития STEM-образования [1–9] позволяет сделать вывод о его распространённости как за рубежом, так и на постсоветском пространстве в силу формирования социально-государственного запроса на данную модель обучения в условиях цифровизации и динамичного развития IT-индустрии. В Австралии, Австрии, Великобритании, Германии, Дании, Израиле, Индии, Италии, Ирландии, Китае, Сингапуре, США, Финляндии, Франции, Южной Корее и Японии STEM-образование осуществляется в условиях реализации соответствующих государственных программ, национальных стратегий и частных инвестиционных инициатив [2; 4, с. 7]. На постсоветском пространстве, в странах Балтии, Казахстане, России и Украине, центры STEM-образования получают солидную государственную поддержку [1–7]. В Республике Беларусь с 2015 г. в рамках проектов, поддержанных ассоциацией «Образование для будущего» по содействию развитию образовательных инициатив в области точных наук и высоких технологий, а также кампаниями – резидентами Парка высоких технологий (ПВТ), Министерством образования Республики Беларусь, начали свою инновационную деятельность центры STEM-образования, частные школы STEAM и STEMBRIDGE¹ [6; 7]. При соответствующей организационно-методической поддержке STEM-центры стали работать также на базе учреждений образования в Минске, Барановичах, Бобруйске, Борисове, Бресте, Витебске, Гомеле, Лельчицах, агрогородке Лошница и других населённых пунктах Беларуси. С 2019 г. инновационный подход стали применять в небольших городах (Бобруйск, Вилейка, Дзержинск, Дрогичин, Дубровно, Орша, Пинск, Солигорск, Шарковщина)². В качестве основных целей заявлены стремление развивать и поддерживать образовательные инициативы по распространению всеобщей STEM-грамотности, ориентировать учащихся в их будущем профессиональном выборе, готовить личность каждого из учеников к успешной социализации в высокотехнологичном обществе будущего.

В большинстве случаев деятельность центров STEM-образования в Республике Беларусь институализирована в рамках дополнительного образования через развитие системы управления и организа-

ционно-методического обеспечения с соответствующим планированием и становлением системы подготовки и переподготовки кадров. В таком понимании распространение в Республике Беларусь практики деятельности центров STEM-образования – это пример функционирования институционально организуемой системы междисциплинарного образования по отношению к естественно-научной и технической областям знания, ориентированным на развитие у обучающихся механизмов творческого инновационного мышления, высокой активности в сфере прикладной исследовательской проектной деятельности. На основе анализа тематических материалов, опубликованных как за рубежом [8; 9], так и на постсоветском пространстве [1; 2; 5], можно сделать вывод о многоаспектном понимании феноменологической сущности STEM-образования в личностно-развивающем, социальном, аксиологическом, системно-институциональном, процессно-деятельностном и технологическом аспектах. Это позволяет определять описываемое нами явление следующим образом:

- принимаемый обществом процесс физического и духовного становления личности ребенка через активно реализуемые механизмы и высокотехнологичный инструментарий формирования, развития его общественной и духовной жизни, познавательных и коммуникативных потребностей человека эпохи цифровизации;
- специально организованный способ интеграции личности ребенка в мир материальной и духовной культуры современного общества через трансляцию и освоение образцов деятельности и поведения, устоявшихся форм общественной жизни, сознательно ориентированных на некоторые идеальные образы, фиксируемые в общественном сознании социальные эталоны (человек будущего, созидательная личность эпохи цифровизации);
- государственная, общественная и личностная ценность – конституирующий элемент культуры, целью которого является приобщение личности к высокотехнологичным достижениям современной цивилизации и ее культурному наследию;
- институционально оформленная система – совокупность специализированных учебно-воспитательных центров, учреждений подготовки и пере-

¹Ассоциации по содействию развитию образовательных инициатив в области точных наук и высоких технологий «Образование для будущего». URL: <http://edu4future.by>; Образовательный центр STEMLAB. URL: <https://www.stemlab.by>; Частная школа STEAM. URL: <http://steamschool.by/#rec66947947>; Частная школа STEMBRIDGE. URL: <http://stembridge.by/#rec54129756>.

²Ассоциации по содействию развитию образовательных инициатив в области точных наук и высоких технологий «Образование для будущего». URL: <http://edu4future.by>.

подготовки кадров, органов управления, образовательных стандартов и программ в области STEM-образования;

- системно организуемая личностно-преобразующая деятельность ребенка и учителя на основе активного субъект-субъектного взаимодействия участников образовательного процесса, актуализации творческого начала в личности ребенка, механизмов критического и креативного мышления, активной индивидуальной и коллективной, проблемно-поисковой и исследовательской деятельности;

- практика обучения, воспитания и саморазвития личности, опирающаяся на активные высокотехнологичные методы, приемы и средства дидактики в междисциплинарных предметных областях для освоения универсальных компетенций, благодаря которым будущий специалист сможет успешно решать профессиональные задачи в эпоху четвертой промышленной революции.

Чем же так привлекает модель STEM-образования всех тех, кто поддерживает инновационные организационно-педагогические инициативы в данной области? Чем объясняются увеличение количества заявок на открытие STEM-центров, поступающих в упомянутую нами ассоциацию «Образование для будущего», количественный рост заявлений от желающих обучаться в образовательном центре STEMLAB и его филиалах, в частных школах STEAM и STEMBRIDGE? Ответы на эти вопросы находятся в плоскости формирования и развития мотивации учебной деятельности учащихся, разноразностности распространения (начиная с дошкольного образования) и степени институализации в системе образования, целевой направленности и профессиональной ориентации, содержания и организации целостного педагогического процесса, обеспеченности его инновационным высокотехнологичным инструментарием и методикой применения.

Современная психолого-педагогическая наука и практика использования высокотехнологичных дидактических средств в центрах STEM-образования определяют этот инструментарий как инновационные технические решения, технологический и дидактический потенциалы которых активно реализуются в эффективной организации целостного педагогического процесса и саморазвитии личности ребенка. В качестве таких средств обучения в STEM-центрах широко применяют конструкторы компании *LEGO Education* (наборы по робототехнике *Lego MINDSTORMS*), образовательные платформы (*LogicLike*), среды проектирования, моделирования и визуального программирования (*Floorplanner*, *Sketchup*, *Scratch*, *Lego Digital Designer*), базы и онлайн-среды по схемотехнике (*Arduino* в комплексе с конструкторами, *Autodesk Circuits*), программные среды для разработки мобильных приложений (*App Inventor*), принтеры 3D-печати,

очки дополненной реальности (*Google Glass*) и виртуальной реальности (*Oculus Rift*) [1; 2; 4–8].

Технологические и дидактические свойства указанных средств обучения позволяют использовать их в организации учебной деятельности учащихся в STEM-центрах и в общем школьном образовании. Так, с программой визуального программирования *Scratch*, разработанной в ПВТ, ученики начинают знакомиться еще на первой ступени общего среднего образования – во 2-м классе (в соответствии с программой, одобренной Министерством образования Республики Беларусь). Школьники изучают перемещение спрайтов, координаты, линейные, циклические алгоритмы и алгоритмы с ветвлением, создают анимированные открытки. По мере усложнения содержания обучения учащиеся уже в 6-м классе, усвоив знания основ программирования и владея его навыками, способны создать компьютерную игру.

Опыт деятельности учреждений общего среднего образования свидетельствует о том, что программные продукты, разработанные школьниками с помощью инновационных средств, применимы для обучения различным учебным предметам (ссылаясь на обобщение опыта деятельности учителей математики и информатики учреждений общего образования г. Пинска). Так, программная среда *App Inventor* используется учащимися на третьей ступени общего школьного образования для разработки мобильных приложений. Она применялась, например, при создании приложения дополненной реальности «Историческое наследие Пинска», актуального на уроках истории и в воспитательных мероприятиях в учреждениях образования города. Для разработки этого приложения были задействованы следующие программы: *Layar* (приложение, которое дает возможность увидеть дополненную реальность), *App Inventor* (для программирования афиши театра, экспонатов музея, меню ресторана XVIII в. и т. д.), программа «Интегрикс-слои» (использована для создания меток дополненной реальности). Для создания стереофото памятников архитектуры г. Пинска учащиеся 7-го класса использовали анаглифные очки (с красным и синим фильтрами) с дальнейшей обработкой изображений в программе *Photoshop*. Как показывает опыт, учащиеся начиная с 6-го класса работают в программе *Geogebra* с системой координат (построение фигур по заданным точкам); в 7–8-м классах программу применяют на уроках геометрии (построение фигур, графиков линейной функции, исследование графиков квадратичной функции, обратной пропорциональности и т. д.); в 10–11-м классах – в разделе стереометрии (для построения многогранников и тел вращения, сечений и т. д.). Под руководством учителя средней школы № 7 г. Пинска И. С. Леховой учащимися 10-го класса с помощью программ *Geogebra* и *HP Reveal* созданы модели дополненной реальности для

учебного пособия по геометрии по теме «Построение сечений многогранников плоскостью».

Какие же качественные характеристики высокотехнологичных средств, применяемых как в STEM-образовании, так и при организации обучения на той или иной ступени общего школьного образования, позволяют отличить их от иных технических решений и традиционных средств обучения? Среди таких характеристик целесообразно выделить:

- инструментальность (реализуется при использовании инновационных технических решений в организуемой учебной деятельности);
 - автоматизированность (учитывается при реализации технологических и дидактических возможностей средств обучения, в том числе и с помощью компьютеров);
 - интегративность (проявляется в возможности включения применяемого высокотехнологичного инструментария в дидактический процесс при сочетании с традиционными средствами обучения);
 - информационность (реализуется через способность программных средств и технических решений в силу их технологических возможностей представлять, хранить и транслировать значительные объемы формализованной учебной информации);
 - компенсаторность (означает максимально возможное достижение задач обучения при оптимальных затратах учебного времени);
 - адаптивность (предполагает поддержку благоприятных условий развития и саморазвития учащегося с учетом его возрастных особенностей);
 - полисубъектность (подразумевает способность обеспечивать совместную активную учебную деятельность учащихся в групповой кооперации или индивидуальной проектной деятельности) [10, с. 72–73].
- Перечисленные признаки позволяют определить следующие функции высокотехнологичных средств обучения, применяемых в центрах STEM-образования:
- управленческая (эффективно управляют целостным педагогическим процессом);
 - информационная (раскрывают в доступной для учащихся форме предусмотренное учебными программами содержание);
 - обучающая (обеспечивают процесс формирования системных знаний на проблемно-теоретическом уровне);
 - развивающая (способствуют формированию и закреплению в практической опытно-проектной деятельности компетенций, необходимых для будущего профессионального самоопределения);
 - воспитательная (воздействуют на формирование и развитие качеств личности ребенка, способствующих его успешной социализации через

индивидуальную или коллективную учебную деятельность);

- мотивационная (обеспечивают высокую мотивацию учащихся к учебно-познавательной деятельности и саморазвитию);
- корректирующая (дают возможность корректировать уровни учебных достижений учащихся);
- самообразование и саморазвитие (выстраивают индивидуальную траекторию учебной и иной развивающей деятельности при выполнении актуальных задач и четком понимании ближайших и перспективных стратегических целей)³.

Выполнение названных функций высокотехнологичного инструментария достижимо с учетом его технологических и дидактических свойств. К технологическим свойствам относим:

- аттрактивность (способность объекта эмоционально привлекать, вызывать интерес);
- полисенсорность восприятия предъявляемой информации учащимися (средства обучения расширяют каналы усвоения учебной информации, обеспечивают возможности ее восприятия в статической и динамической, вербальной и невербальной формах);
- интерактивность (способствуют максимально быстрой коммуникации между программно-аппаратными средствами и учениками в реальном времени, что позволяет развивать активно-деятельностные формы обучения) [10, с. 73–74].

В качестве дидактических свойств высокотехнологичных средств, применяемых в STEM-центрах, целесообразно выделить следующие:

- управляемость процессом обучения (возможность управления процессами предъявления и усвоения знаний);
- обеспечение системного подхода к процессу обучения (применение инновационных и традиционных средств обучения на всех этапах организации учебно-познавательной деятельности учащихся при ее алгоритмизации);
- индивидуализация обучения (организация процесса учебно-познавательной деятельности на основе свободного выбора учеником приемлемого темпа выполнения поставленных задач)⁴.

В таком понимании дидактический потенциал высокотехнологичного инструментария, имеющегося в центрах STEM-образования, следует определять как совокупность возможностей инновационных средств и технических решений, которые при определенных условиях могут быть эффективно применены в целостном педагогическом процессе с учетом их специфических характеристик и свойств. Так, при использовании сред проектирования и моделирования в ходе разработки проектов под названием «Мосты – самое доброе изобретение

³Образовательный центр STEMLAB. URL: <https://www.stemlab.by>.

⁴Частная школа STEMBRIDGE. URL: <http://stembridge.by/#rec54129756>.

человечества. Они всегда соединяют» учащиеся STEM-центра на базе средней школы № 10 г. Пинска решали актуальную для города проблему: как укрепить разрушающийся мост через р. Пину? Проекты и конструкции (от моделей Леонардо да Винчи до современных конструкционных разработок) отображали поиск решения достаточно сложной научной и инженерно-технической задачи, в которой на основе межпредметного знания и исследования необходимо было учесть исторический опыт предыдущих проектов, избираемые материалы и их свойства, объемы финансовых затрат и их источники, сроки строительства, погодно-климатические условия, удаленность поставщиков материалов и т. д. Наиболее удачный вариант решения победил в конкурсе «Я хочу учиться в STEM-классе», проводившемся ассоциацией «Образование для будущего».

Наличие эффективного дидактического инструментария еще не залог успешного решения психолого-педагогических задач и гарантированного достижения целей образования. Чрезвычайно важны компетентность и профессионализм учителя, к функциям которого, наряду с управленческой и контрольно-оценочной, добавляются медиаторная функция (обеспечение максимально эффективной согласованности действий нескольких групп учащихся при осуществлении того или иного учебного проекта), тьюторство (организация условий для определения и реализации индивидуальной образовательной траектории учащегося). В данном контексте очень ценна и чрезвычайно полезна методическая помощь, которую оказывает учителям-предметникам ассоциация «Образование для будущего» через курсы повышения квалификации, дни открытых дверей, мастер-классы учителей-методистов, исследовательские митапы (т. е. встречи специалистов-единомышленников для обсуждения тех или иных вопросов, обмена опытом в неформальной обстановке) и хакатоны (активно проводимые форумы программистов, дизайнеров и менеджеров для решения определенной задачи), образовательные туры и конференции⁵. Профессиональная ориентация школьников осуществляется не только в процессе обучения в STEM-центрах, но и через программы мероприятий «IT-каникулы», функционирование образовательного технологического летнего оздоровительного лагеря «Ты можешь!». Учащиеся участвуют в региональных и республиканских этапах конкурса *Make yourself* – конкурса дидактических апплетов (компонентов программного обеспечения) по математике, созданных учениками в среде визуального программирования *Scratch*. Основная задача конкурса – доказательство тезиса о том, что программирование не только ув-

лекательное занятие, но и возможность сделать жизнь лучше, а изучение математики интересным. Летом 2019 г. в Минске прошел VII открытый роботурнир – популярное ежегодное международное соревнование по спортивной робототехнике среди школьников, студентов и взрослых, главной целью которого является популяризация и развитие робототехники в Республике Беларусь. Очень важно, что учащиеся могут продемонстрировать результаты своей деятельности в сфере технического творчества, программирования и робототехники.

В деятельности центра STEMLAB и его филиалов в рамках дополнительного образования программы обучения ориентированы на разновозрастные группы учащихся (от дошкольников и до учащихся 11-х классов), а также по робототехнике, техническому творчеству, программированию, занимательной науке, физике, математике и т. д. С учебными программами желающие знакомятся на сайте образовательного центра. Так, программа STEM Kids для учащихся 2-го класса рассчитана на 33 недели по 3 урока в неделю (всего 99 уроков); в ней предполагаются занятия по программированию *Scratch*, робототехнике и техническому творчеству, математике с игрой *Minecraft* и занимательной науке (имеются в виду биология и химия). Программа STEM IT более объемна по содержанию и ориентирована на обучение учащихся 6–8-х классов (продолжительность обучения – 33 недели по 4 урока в неделю, всего 132 урока); она включает в себя математику, физику и IT-предметы (программирование, робототехника «Сложные механизмы» и техническое творчество). Учащиеся проектируют 3D-модели роботов как на базе роботов-конструкторов упомянутой компании *LEGO Education*, так и из электронных компонентов с использованием платформы *Arduino*. Используются среды визуального программирования *Python* и *Kodu Game Lab*, средства создания собственных *Android*-приложений для мобильных гаджетов.

Качественное организационное и методическое обеспечение в сочетании с высокой субъектностью участников педагогического процесса способствует эффективной реализации потенциала применяемых в STEM-центрах высокотехнологичных дидактических средств. Так, при изучении занимательной математики и веселого счета, на занятиях по робототехнике и техническому творчеству, в ходе логических игр, при выполнении заданий-квестов и в проектной деятельности у учащихся формируются важные психолого-педагогические основания для развития логики, инженерно-технического мышления, способности к творческой импровизации и продуктивной деятельности в коллективе или

⁵Ассоциации по содействию развитию образовательных инициатив в области точных наук и высоких технологий «Образование для будущего» [Электронный ресурс]. URL: <http://edu4future.by>.

индивидуальном проектном исследовании. С позиций психологической науки конструирование для ребенка – это не только его практическая творческая деятельность, но и способ реализации универсальных умственных способностей, которые проявляются и в других видах деятельности (изобразительной, игровой, речевой и коммуникативной) через создание новых смыслов и объектов (рисунок, текст, сюжет или сценарий, спроектированный и созданный робот, завершённый учебный проект и т. д.).

При организации учебной деятельности в рамках STEM-образования уже при обучении дошкольников и учащихся учреждений общего школьного образования на первой его ступени осуществляется не тривиальная репродуктивная деятельность с ее подражательной основой, а творческое конструирование при освоении следующих этапов:

- организовывается самостоятельное детское экспериментирование с новыми материалами и высокотехнологичным инструментарием путем ознакомления с их свойствами и функциями;
- решение проблемных задач на развитие воображения, формирование обобщенных способов конструирования на базе освоенных умений экспериментировать с новыми материалами (в том числе и в новых условиях);
- организовывается конструирование по собственному замыслу, т. е. разработка индивидуального конструкционного проекта и проекта, созданного в кооперации (результата коллективного конструкторского творчества детей).

При выполнении продуманных педагогом заданий и разнообразных видов учебно-практической деятельности происходит междисциплинарная интеграция и развитие спектра надпредметных компетенций учащихся. Так, на учебном занятии по истории в школе STEMBRIDGE проект «Тайны Древнего Египта» актуализирует в учебно-игровой среде пятиклассников знаниево-деятельностные составляющие процесса обучения и развития через изучение быта и верований древних египтян, чтение иероглифов и их перевод на английский и русский языки, изготовление амулетов-оберегов, спасение фараона при выполнении задания-квеста и постройку модели пирамиды Джосера по древней технологии. Здесь ярко проявляется значимость компетентного подхода, так как в рамках STEM-образования у учащихся формируются и развиваются такие универсальные компетенции (в англоязычном контексте – 4C), как *critical thinking* (критическое мышление); *creativity* (креативность), *communication* (коммуникация), *cooperation* (кооперация):

- *критическое мышление* развивается через умение проанализировать, усвоить, оценить и интерпретировать информацию, дать оценку проблеме, осуществить рефлексию и принять ответственное решение;

- *креативность* используется в решении задач, разрабатываемых и осуществляемых проектов; это означает инновационность в поиске и нахождении интересных идей;

- *коммуникация* формируется через умение представить свои идеи и решения окружающим, услышать другую личность и, возможно, договориться в ходе обмена мнениями;

- *кооперация* в партнерском взаимодействии означает умение гибко и ответственно работать в паре или коллективно (в группе) для достижения общей цели, согласовывать действия и области ответственности [7].

Выделенные в данном исследовании характерные признаки, дидактические и технологические свойства, а также функции, через полноту выполнения которых реализуется потенциал инновационных средств, применяемых в центрах STEM-образования, позволяют конкретизировать их дидактическую роль. Она заключается в поддержке управления процессом обучения учащихся на всех этапах учебно-познавательной деятельности. Применение высокотехнологичных средств и технических решений в условиях эффективного организационно-методического обеспечения целостного педагогического процесса в центрах STEM-образования позволяет комплексно и системно развивать:

- механизмы мышления и волевое личностное начало как определенные основания к высокой мотивации и целеустремленности, вниманию и аккуратности;

- мелкую моторику в процессе осваиваемых способов деятельности (особенно у дошкольников);

- задатки и способности к творчеству как деятельностные основы умений и навыков индивидуального и коллективного созидания уникальных объектов (результатов творческой проектной деятельности);

- умения и навыки проблемно-поисковой и научно-исследовательской деятельности, междисциплинарного мышления и самопрезентации;

- умение соединять усвоенное знание с результатами осуществляемой практической деятельности в логике понимания ценности такого знания, которое может быть применено в реальности;

- умение рефлексировать собственные и коллективные учебные достижения через понимание важности личностных приращений для собственного настоящего и будущего;

- способности прогнозировать результаты как индивидуальной, так и коллективной деятельности (в том числе с позиций формирования высокой мотивации при осуществлении учеником своего будущего профессионального выбора);

- ответственное социальное сознание и поведение как при работе в команде, так и на индивидуальном уровне.

Заключение

Иницируемые и распространяемые в Республике Беларусь проекты в сфере STEM-образования (в том числе и в вариативном развитии STEAM или STREM) становятся предметом научных исследований в силу значимости предлагаемых подходов, ориентированных на перспективы развития образовательного пространства в период четвертой промышленной революции. Развитие данной образовательной практики обусловлено сформированностью социально-государственного запроса на инновационную модель обучения в условиях эпохи цифровизации и динамичного роста IT-индустрии в нашей стране. В научном аспекте определение потенциала и дидактической роли применяемых высокотехнологичных средств обучения в центрах STEM-образования является одной из важных задач, решение которых позволяет выйти на новый уровень в методологии исследования научно-методических основ обеспечения эффективной реализации указанного инновационного подхода. Речь идет

о системном теоретико-методологическом обосновании эффективной интеграции STEM-образования в образовательное пространство Беларуси. В этой связи в перспективе развития нашего исследования в его экспериментальной составляющей целесообразно определить организационные и методические условия, позволяющие обеспечить системное использование технологического и дидактического потенциала высокотехнологичных инновационных средств обучения в целостном процессе дополнительного и основного образования. Учет этих условий и их теоретико-практическая разработанность в рамках осуществляемой научной рефлексии может быть рассмотрен как один из факторов усиления дидактической роли средств обучения, используемых в STEM-образовании. Их интеграция в педагогический процесс целесообразна для достижения тех дидактических целей, которые не могут быть эффективно реализованы с помощью исключительно традиционных компонентов.

Библиографические ссылки

1. Обухов АС, редактор. *Научно-практическое образование, исследовательское обучение, STEAM-образование: новые типы образовательных ситуаций. Сборник докладов IX Международной научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном пространстве»; 11–12 ноября 2018 г.; Москва, Россия. Том 2.* Москва: МОД «Исследователь»; 2018. 290 с.
2. Кондаков АМ. Образование в эпоху четвертой промышленной революции. *Вести образования* [Интернет]. 20 сентября 2017 г. [протитировано 10 мая 2019 г.]. Доступно по: https://vogazeta.ru/articles/2017/9/20/analitics/252-obrazovanie_v_epohu_chetvertoy_promyshlennoy_revolyutsii.
3. Результаты исследования подхода в STEM-образовании. *Образование для будущего* [Интернет]. 26 декабря 2018 г. [протитировано 10 мая 2019 г.]. Доступно по: <http://edu4future.by/article/rezultaty-issledovaniya-stem-podhod-v-obrazovanii>.
4. Сиренко СН. Образование для цифрового мира будущего: междисциплинарность и робототехника. *Адукацыя і выхаванне*. 2017;3:3–12.
5. Тараканова ЕН. Программно-инструментальное сопровождение STEM-образования. *Научное отражение*. 2017; 5–6:160–161.
6. STEAM: секреты инновационной методики. *Robolab* [Интернет; протитировано 10 мая 2019 г.]. Доступно по: <http://robolab.by/novosti/steam-sekret-y-innovacionnoj-metodiki.html>.
7. STEAM-подход в образовании: идеи, методы, практика, перспективы. *Образование для будущего* [Интернет]. 2018 [протитировано 10 мая 2019 г.]. Доступно по: <http://edu4future.by/storage/app/media/camp/stem-podkhod-v-obrazovaniiprint.pdf>.
8. Bybee RW. What is STEM education? *Science* [Internet]. 2010 [cited 2019 May 10];329(5995):996. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/329/5995/996>. DOI: 10.1126/science.1194998.
9. Lantz HB. *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function?* [Internet]. 2017 November 15 [cited 2019 May 10]. Available from: <http://www.crrtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>.
10. Лозицкий ВЛ. Дидактический потенциал электронных средств обучения при подготовке студентов экономических специальностей вузов. *Вестник Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя грамадскіх і гуманітарных навук*. 2012;1:72–77.

References

1. Obuhov AS, editor. *Nauchno-prakticheskoe obrazovanie, issledovatel'skoe obuchenie, STEAM-obrazovanie: novye tipy obrazovatel'nykh situatsii. Sbornik dokladov IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Issledovatel'skaya deyatel'nost' uchashchikhsya v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve»; 11–12 noyabrya 2018 g.; Moskva, Rossiya. Tom 2* [Scientific and practical education, research training, STEAM education: new types of educational situations. Collection of reports of the IX International scientific-practical conference «Research activities of students in the modern educational space»; 2018 November 11–12; Moscow, Russia. Volume 2]. Moscow: MOD «Issledovatel»; 2018. 290 p. Russian.
2. Kondakov AM. Education during an era of the fourth industrial revolution. *Vesti obrazovaniya* [Internet]. 2017 September 20 [cited 2019 May 10]. Available from: https://vogazeta.ru/articles/2017/9/20/analitics/252-obrazovanie_v_epohu_chetvertoy_promyshlennoy_revolyutsii. Russian.
3. Results of the research on STEM-approach in education. *Education for future* [Internet]. 2018 December 20 [cited 2019 May 10]. Available from: <http://edu4future.by/article/rezultaty-issledovaniya-stem-podhod-v-obrazovanii>. Russian.
4. Sirenko SN. [Education for the digital world of the future: interdisciplinarity and robotics]. *Adukacyja i vyhavanne*. 2017;3:3–12. Russian.
5. Tarakanova EN. Software and instrumental support STEM-education. *Nauchnoe otrazhenie*. 2017;5–6:160–161. Russian.

6. STEAM: secrets of an innovative technique. *Robolab* [Internet; cited 2019 May 10]. Available from: <http://robolab.by/novosti/steam-sekrety-innovacionnoj-metodiki.html>. Russian.
7. STEM-approach in education: ideas, methods, practice, prospects. *Education for future* [Internet]. 2018 [cited 2019 May 10]. Available from: <http://edu4future.by/storage/app/media/camp/stem-podkhod-v-obrazovaniiprint.pdf>. Russian.
8. Bybee RW. What is STEM education? *Science* [Internet]. 2010 [cited 2019 May 10];329(5995):996. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/329/5995/996>. DOI: 10.1126/science.1194998.
9. Lantz HB. *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function?* [Internet]. 2017 November 15 [cited 2019 May 10] Available from: <http://www.crrtechintegrations.com/pdf/STEMEducationArticle.pdf>.
10. Lozitsky VL. Didactic potential of electronic tutorials by preparation of students of economic specialties of high schools. *Vesnik Paleskaga dzjarzhavnaga wniversitjeta. Seryja gramadskih i humanitarnyh navuk*. 2012;1:72–77. Russian.

Статья поступила в редколлегию 30.05.2019.
Received by editorial board 30.05.2019.