

Д.Д. Джантасова*, Д.Р. Ахметова

*Карагандинский технический Университет, Казахстан
(Корреспондирующий автор. E-mail: d.dzhantasova@kstu.kz)
Scopus Author ID: 57189027014¹*

Инновационная подготовка инженеров посредством интеграции Art-компонента в STEAM университет

Интеграция различных дисциплин и навыков в образовательной среде сегодня способствует интенсификации процесса обучения в вузе и расширению квалификационных характеристик будущего специалиста. Инвестиции в междисциплинарные инициативы в образовании возросли, но мероприятия часто не планируются должным образом, не хватает инструментов для организации интегрированной подготовки специалистов в получении доступа к содержанию обучения с более широких, междисциплинарных точек зрения. Необходима реализация удовлетворения потребности в междисциплинарной учебной деятельности и приобретении навыков XXI века, а именно путем внедрения STEAM-образования, стимулирующего учебную деятельность, в которой наука, техника, инженерия и математика (основные компоненты STEAM-образования) связаны с искусством (Arts) в более широком смысле. В статье рассмотрен вопрос развития потенциала инновационной подготовки специалистов технического профиля посредством методологии STEAM-образования. Настоящее исследование осуществлено в ходе реализации проекта «Развитие потенциала инновационной подготовки инженеров через STEAM-образование», утвержденного по приоритету «Исследования в области образования и науки» на 2021–2023 гг., при финансовой поддержке Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP09260338). Авторами предложено определение понятия «STEAM-образование» в условиях подготовки технических кадров, представлены цель, научные методы и потенциал проекта, рассмотрены основные направления развития данного процесса в рамках личного и зарубежного опыта исследований по построению программ обучения с применением STEAM-подхода.

Ключевые слова: высшее техническое образование, подготовка инженеров, STEAM-образование, модели STEAM, инновационная технология, Art-компонент, творческий подход.

Введение

Зарубежные специалисты образования в последнее время прибегают к практике STEAM-образования, в основе которого лежат междисциплинарность и интеграция пяти научных областей (Science — наука, Technology — технология, Engineering — инженерия, Art — искусство и Mathematics — наука) в единую систему обучения для решения конкретных задач, взятых из реальной жизни. Тема интеграции научно-технической сферы и искусства является одной из актуальных для профессионально-технического общества сегодня, а креативные индустрии, основанные на творчестве и интеллектуальном капитале, добавили к обсуждению новые акценты. Очевидный акцент на креативное направление инновационной экономики сегодня проявляется, в частности, в том, что в STEAM-образование активно включаются творческие, художественные дисциплины, объединенные общим термином *Art*. Необходимость единства научно-технического и Art-направления в образовании рассматривается в проекте как возможность повышения качества подготовки специалистов технического профиля за счет развития потенциала инновационности и креативности программ подготовки технических специалистов.

Настоящее исследование проводится в рамках проекта «Развитие потенциала инновационной подготовки инженеров через STEAM-образование». В проекте исследуются процессы подготовки студентов технического профиля, технологии обучения STEAM, учебно-методические документы и результаты обучения, влияющие на показатели академической успеваемости и качества обучения с учетом формирования специалиста, обладающего инновационным мышлением, навыками коммуникативного сотрудничества, а также способного принимать творческие решения в профессиональной деятельности.

Основной целью проекта являются разработка и внедрение модели подготовки специалистов технического профиля посредством STEAM-технологий для реализации устойчивых программ обу-

чения межкультурной коммуникации, креативной индустрии и креативного сотрудничества, основанных на творчестве и интеллектуальном капитале. А также оценка потребностей потенциала STEAM-образования, разработка и осуществление мер по развитию потенциала программ подготовки по техническим специальностям на основе развития специализированных компетенций, позволяющих усилить квалификации и способности студентов и преподавателей на международном уровне.

Методы и материалы

Проблема межкультурной коммуникации, способности к коллаборации, в том числе международной, критического мышления и творческого подхода к решению профессиональных задач, остается актуальной в системе подготовки технических кадров, что подтверждается наличием педагогических исследований и результатами обучения инженеров в рамках принципа креативности. Результатом участия в международном проекте «Researcher Connect» партнерской программы «Ньютон—Аль-Фараби» в качестве тренера Британского совета, руководителем проекта стал международный опыт обучающих тренингов ученых любых областей знаний Казахстана по вопросам академической и научной коммуникации с учетом кросс-культурных особенностей и специфики диалога сотрудничества, представляющие собой элементы STEAM-образования. Данный аспект очевидным образом явился проблемой для большинства ученых, задействованных в проекте, в связи с чем были проведены тренинговые модули программы «Researcher Connect» в пяти городах Казахстана, что, несомненно, выступает одним из краткосрочных мероприятий, нацеленных на определенную категорию ученых, и не отражает долгосрочную и перспективную стратегию подготовки будущих и действующих ученых технического профиля для развития креативных индустрий. Данный опыт стал отправной точкой в исследовании проблем коммуникаций, сотрудничества и креативного подхода для специалистов технического профиля.

В современном мире при подготовке будущих специалистов для профессионального общества стоят непростые задачи, которые требуют развития социальных навыков, таких как способность работать с другими, правильно общаться, мыслить творчески и критически, активно слушать и обучаться. В основе STEM-образования лежат развитие умений в получении, переработка и практическое использование полученной информации. STEAM-образование — это новое направление в науке, связанное с внедрением перспективных инновационных образовательных технологий и методов [1].

Ярким примером реализации STEAM-образования стал Китай, где студентам посредством примеров разработки учебных программ и практического обучения предоставляется возможность решать производственные задачи, применять свои инновационные способности, инженерное проектирование и проблемно-ориентированные ситуации, чтобы активно участвовать в реальной практике производства. Однако не всегда было так, в процессе устойчивого развития Китай столкнулся с рядом ключевых проблем, таких как нехватка специалистов высокого уровня, давление экономических преобразований и сложность реформы образования. Соответственно стране были необходимы специалисты с высоким уровнем профессиональных знаний и навыков [2]. Хотя в последние годы страна активно продвигала реформу образования и стремилась создать благоприятную среду для развития STEAM-образования, где сочетаются технологии, инженерное образование и художественно-гуманитарного образование, направленное на продвижение инноваций в обучении на основе технологий, данная реформа идет медленно в связи с нехваткой преподавателей с новаторскими, инновационными образовательными навыками и затрудняет внедрение STEAM в образовательный процесс [3].

Если говорить об использовании опыта STEAM-образования в США, то еще в начале XXI века, одним из университетов было проведено психологическое исследование, в котором говорилось, что художественное образование развивает навыки памяти и внимания на занятиях, улучшает когнитивные навыки студентов, а также увеличивает социальные и академические навыки и развивает дивергентное мышление. Кроме того, исследователи обнаружили, что занятия, требующие творческого мышления, приводят к усилению саморефлексии, развитию навыков мышления и совместной работы. Руководитель ищет сотрудников, которые «знают, как сотрудничать в команде, выражать свои мысли последовательно, увлекательно и убедительно, понимают, как принимать и применять конструктивный критицизм» [4]. В ряде штатов США было принято решение применять «индекс креативности», который определял бы уровень креативности студентов наравне с выполнением стандартных тестов. При принятии на работу компании предпочитают претендентов, способных принимать участие в раз-

нообразных мозговых штурмах, решать актуальные проблемы, креативно сотрудничать, вносить и одновременно генерировать и передавать новые идеи. Специалисты, занимающиеся решением как технологических, так и креативных задач, утверждают, что необходимость в таких работниках растет с каждым днем.

Поднятая проблема важна не только для США, но и для российского образования, где STEAM-подход практически не используется. В России этой модели образования только сейчас начинают уделять приоритетное внимание. Педагоги высшей школы все чаще прибегают к практике STEAM-образования, в основе которого лежат междисциплинарность и интеграция пяти научных областей в единую систему обучения для решения конкретных задач, взятых из реальной жизни. По мнению работодателей, будущие выпускники высших учебных заведений считают, что «STEAM — это синергия теории и практики. Сильную теоретическую базу нельзя считать гарантом успешной карьеры, ведь работодателю важно не просто наличие знаний в предметной области, но и умение правильно применить их. Люди, получившие образование по STEAM-методологии, более самостоятельны и имеют более высокий потенциал в карьере, что также сказывается и на уровне дохода» [5].

Для Южной Кореи интегрированное STEAM-образование — это подход к подготовке качественной рабочей силы и грамотных граждан для высокотехнологичного общества. Правительство Южной Кореи выделило значительный бюджет на образование для продвижения STEAM по различным направлениям. В рамках обзора литературы изучались образовательная инициатива STEAM в Южной Корее и ее влияние на обучение и преподавание. Исследования в Южной Корее показали, что курсы повышения квалификации преподавателей способствовали увеличению уверенности в преподавании STEAM. Также ими был введен термин «конвергентное образование», что означает создание новых идей или продуктов, сформированных на основе междисциплинарного мышления.

Корейский фонд содействия развитию науки и творчества (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity), основанный в 1957 г., основной миссией которого является продвижение научной культуры и воспитание творческих талантов, и Министерство образования, науки и техники Южной Кореи сошлись во мнении, что интегративный подход к дисциплинам STEAM является основополагающим элементом для реструктуризации образования. Более того, было отмечено, что внедрение STEAM-образования в Южной Корее может способствовать развитию науки, техники, инженерного дела, искусства и математики [6].

Поскольку южнокорейское STEAM-образование основывается на инициативах STEAM в других странах и согласуется с ними, обзор STEAM-образования в международной литературе обеспечит контекст для понимания образования STEAM в Южной Корее. Учитывая ограниченность исследований, учебный дизайн для интегрированных STEAM может быть основан на литературе по проблемному обучению (PBL). PBL — это хорошо изученный и широко признанный учебный подход, ориентированный на студентов, при котором им предоставляется плохо структурированная реальная проблема для поиска жизнеспособных решений путем применения знаний и навыков из различных источников. PBL помогает студентам развивать знания, связанные с решением проблем, и когнитивные навыки, такие как критическое и аналитическое мышление [7, 8]. Дополнительные характеристики PBL — как работа в совместных группах и участие в самостоятельном обучении — приводят к таким результатам обучения, как коммуникативная компетентность и мотивация к обучению. На них также влияет художественное образование, которое касается процессов проектирования, отражающих практики архитекторов, графических дизайнеров, промышленных дизайнеров, ландшафтных архитекторов [9]. Многие интегрированные программы STEAM включают задачи, требующие проектирования, в которых студенты создают прототип или модель в качестве решения данной проблемы. В этих программах студентам предлагается набор практик дизайна. Этот обзор продемонстрировал, что интегрированная инициатива STEAM в Южной Корее в некоторой степени достигла своих целей, при этом выявив недостатки как в исследованиях, так и на практике. Поскольку STEAM использовал PBL, положительные результаты соответствовали ожидаемым от PBL [10, 11].

В Казахстане в последние годы активно развивается STEAM-образование на уровне школьного обучения, при активном участии казахстанской молодежи в ежегодных Республиканских олимпиадах по робототехнике среди учащихся общеобразовательных и Назарбаев Интеллектуальных школ, которые проводятся с 2014 г., а также участие во Всемирной олимпиаде по робототехнике (WRO). С 2015 г. в г. Караганде проводится Международный фестиваль RoboLand. Согласно информационным данным фестиваля, количество участвующих команд растет с каждым годом, что еще раз подтверждает повышенный интерес казахстанских школьников к данному направлению [12]. Наличие мно-

гочисленных научных работ по вопросам развития и внедрения STEAM-обучения, а также создание центров робототехники и компьютерного дизайна, в том числе с участием зарубежных педагогов, примером которых является *Maker Space*. Однако в научной и учебно-методической литературе отсутствуют работы по вопросам STEAM-обучения, особенно на уровне высшего образования, прослеживаются только работы по развитию креативного мышления в процессе обучения разным дисциплинам, несмотря на высокую актуальность развития креативных индустрий.

Результаты и их обсуждение

Результаты нашего исследования будут способствовать развитию социально-образовательного и научно-технического прогресса. Так, в разработке модели развития потенциала инновационной подготовки технических кадров, четко виден потенциал для построения устойчивой и перспективной учебной программы подготовки технических кадров на основе стимулирования и развития креативной культуры инженеров.

В рамках проекта будут созданы условия для формирования базиса научных знаний и практических навыков у целевой аудитории посредством технологии инновационной подготовки, а также для развития потенциала инновационности и креативности программ подготовки технических специалистов. Применение методологии STEAM-образования в технологии подготовки будет способствовать развитию ключевых компетенций креативной индустрии, а именно это креативность, сотрудничество, творческое общение и критическое мышление.

Данное проектное исследование имеет междисциплинарный характер, а основой исследования является система высшего образования, ее повышение эффективности осуществляется посредством интеграции научно-технического и *Art*-направлений в образовательных программах за счет творческого компонента в области поддержания креативности и инновационных навыков.

В ходе данного исследования используются следующие методы: методы классификации, сравнительного анализа, причинного анализа (*casual analysis*), интеллектуального анализа данных (*educational data mining*), методы проектирования, SWOT-анализ, технология моделирования и методы мониторинга.

Формирование базы исследования, а именно анализ развития потенциала STEAM-подхода как нового направления в образовательной науке проведен посредством модели причинного анализа, интеллектуального анализа данных (*educational data mining*), в том числе с проведением SWOT-анализа потребностей.

Модель причинного анализа (или структурная причинная модель) представляет собой концептуальную модель, которая описывает причинные механизмы в системе. Причинно-следственные модели могут улучшить дизайн исследования, предоставляя четкие правила для принятия решения о том, какие независимые переменные необходимо включить / контролировать. Цель применения данного анализа заключается в выявлении методов успешной реализации STEAM-подхода в высшем образовании с выявлением «педагогических инструментов реализации», позволяющие добиваться высокой эффективности в предоставлении качественного обучения и развития инновационного и креативного мышления за счет сочетания науки и искусства.

На втором этапе исследования — оценка учебных программ подготовки и результатов обучения, определение мер по развитию потенциала инновационной подготовки специалистов технического профиля посредством *Art*-компонента в STEAM будет осуществляться посредством использования методов классификации и сравнительного анализа с целью определения способов интеграции теории и практики искусства в другие науки.

Разработка модели и технологии будут реализованы посредством теории моделирования, методов индивидуального и типового проектирования, использования методов и приемов поиска концептуальных решений, вариантного поиска идей, применяемых в архитектурно-дизайнерском проектировании для решения технических задач, в том числе с учетом международного стандарта *Quality Matters (QM)*.

Заключение

Для повышения качества образовательных программ по техническому образованию необходимо уметь вносить коррективы и дополнения в программу курсов с целью адаптации образовательной программы в соответствии с изменяющейся экономической средой и производством. Интеграция *Art*-

компонента в образовательную деятельность STEAM вуза является инновационным решением повышения качества технического высшего образования.

Разработка и мониторинг внедрения модели развития потенциала инновационной подготовки специалистов технического профиля и педагогической технологии согласно STEAM-методологии будут осуществляться посредством современных методов мониторинга, таких как метод сравнительных оценок, метод экспертов, сбор и анализ статистических данных. Важным фактором модели по эффективному STEAM-образованию является налаживание и сохранение связей так называемой сети человеческих ресурсов для внедрения Art-компонента в рамках коллаборативной коммуникации по реализации принципов креативной индустрии.

Одной из критических точек для реализации данного проекта является сложность во внедрении педагогической технологии из-за устойчивых установок мышления и технической ориентированности педагогов-специалистов технического профиля. Альтернативным путем реализации проекта в данном случае должна стать интенсивная программа курса тренингов с участием зарубежных специалистов в области интеграции теории искусства с другими науками.

Результаты научного исследования могут быть использованы в практике технических вузов Казахстана как методические рекомендации по развитию потенциала подготовки инженеров, развития STEAM-образования как ключевого фактора креативной индустрии.

Список литературы

- 1 Journal site «Infosys» (2016). Amplifying human potential: Education and skills for the fourth industrial revolution. Retrived from <http://www.experienceinfosys.com/humanpotential>.
- 2 Li Yan. Research on the countermeasures of talent cultivation in colleges and universities in China under the background of new industrialization / Yan Li // *Nanchang University*, 2007, 2, 25–37
- 3 Сунь Цзяншань, Инновации в обучении 3 D-печати: Maker Space, Innovation Lab и STEAM / Сунь Цзяншань, У. Юнхэ, Жэнь Юцюнь // *Современные исследования дистанционного образования*. — 2015. — № 4. — С. 96–103.
- 4 Oner A.T. From STEM to STEAM: Students' beliefs about the use of their creativity / A.T. Oner, S.N. Nite, R.M. Capraro, M.M. Capraro // *The STEAM Journal*, 2016, 2(2). <https://doi.org/10.5642/steam.20160202.06>
- 5 Сайт журнала «Интерфакс. Образование» (2018). Пять в одном: как перспективная модель обучения профессионалов изменит рынок будущего [Электронный ресурс]. https://academia.interfax.ru/ru/press_release/articles/1711/.
- 6 Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity // Retrived from: https://www.kofac.re.kr/?page_id=1775.
- 7 Hmelo-Silver C.E. (2004) Problem-based learning: What and how do students learn? / C.E. Hmelo-Silver // *Educational Psychology Review*, 2004, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>.
- 8 Yakman G. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea / G. Yakman, H. Lee. Korea Assoc. Sci. Edu, 2012, 6, 1072–1086.
- 9 Savery J.R. Overview of PBL: Definitions and distinctions / J.R. Savery // *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2006, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>.
- 10 Davis M. Making a case for design-based learning / M. Davis // *Arts Education Policy Review*, 1998, 100 (2), 7–15. <https://doi.org/10.1080/10632919809599450>.
- 11 Sanders M.E. Integrative stem education as best practice / M.E. Sanders. *Queensland: Griffith Institute for Educational Research*, 2012, 2, 103–117.
- 12 Национальная академия образования им. И. Алтынсарина. — Астана, 2017. — С. 190, 191 // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nao.kz/>.

Д.Д. Джантасова, Д.Р. Ахметова

STEM университетіне Art компонентін интеграциялау арқылы инженерлерді инновациялық даярлау

Білім беру ортасында әртүрлі пәндер мен дағдыларды интеграциялау бүгінгі күні жоо-дағы оқу процесін қарқындырауға және болашақ маманның біліктілік сипаттамаларын кеңейтуге ықпал етеді. Білім берудегі пәнаралық бастамаларға арналған инвестициялар көлемі өсті, алайда іс-шаралар көбінесе дұрыс жоспарланбайды, оқытудың мазмұнына неғұрлым кең, пәнаралық тұрғыдан қол жеткізу мақсатында мамандарды интеграциялық оқытуды ұйымдастыруға арналған құралдар жетіспейді. Пәнаралық оқу іс-әрекетінің қажеттілігін қанағаттандыру және ХХІ ғасырдағы дағдыларды игеру мақсатында ғылым, техника, инженерия және математикаға (STEM-білім берудің негізгі компоненттері) өнермен (Arts) байланысты болатын білім беру қызметін ынталандыратын STEAM білімін енгізу қажет. Мақалада STEAM білім беру әдіснамасы арқылы техникалық бейіндегі

мамандарды инновациялық даярлау әлеуетін дамыту мәселесі қаралды. Авторлар техникалық кадрларды даярлау жағдайында «STEAM білім беру» ұғымының анықтамасын, жобаның мақсатын, ғылыми әдістері мен әлеуетін ұсынған, STEAM тәсілін қолдану арқылы оқыту бағдарламаларын құру бойынша зерттеудің жеке және шетелдік тәжірибесі шеңберінде осы процесті дамытудың негізгі бағыттарын қараған.

Кілт сөздер: жоғары техникалық білім, инженерлерді даярлау, Art-компонент, STEAM білім беру, STEAM моделі, инновациялық технология, STEM білім беру, шығармашылық тәсілдеме.

D.D. Jantassova, D.R. Akhmetova

Innovative training of engineers through the integration of the Art component into the STEM University

The integration of various disciplines and skills in the educational environment today contributes to the enhancement of the learning process at the university and the expansion of the qualification characteristics of the future specialist. Investments in interdisciplinary initiatives in education have increased, but events are often not planned properly, there are not enough tools for organizing integrated training of specialists in accessing the content of training from broader, interdisciplinary points of view. It is necessary to realize the satisfaction of the need for interdisciplinary educational activities and the acquisition of skills of the 21st century by introducing STEAM education that stimulates educational activities in which science, technology, engineering and mathematics (the main components of STEM education) are connected with the arts in a broader sense. The article considers the issue of developing the potential of innovative training of technical specialists through the methodology of STEAM education. The authors proposed a definition of the concept of «STEAM education» in the conditions of training technical personnel, presented the purpose, scientific methods and potential of the project, considered the main directions of development of this process within the framework of personal and foreign research experience on the construction of training programs using the STEAM approach.

Keywords: higher technical education, training of engineers, STEAM education, STEAM models, innovative technology, Art component, STEM education, creative approach.

References

- 1 Journal site «Infosys» (2016). Amplifying human potential: Education and skills for the fourth industrial revolution. Retrived from <http://www.experienceinfosys.com/humanpotential>.
- 2 Li, Yan. (2007). Research on the countermeasures of talent cultivation in colleges and universities in China under the background of new industrialization // *Nanchang University*, 2, 25–37.
- 3 Sun, Czjanshan, U, Junhje, & Zhjen, Jucjun. (2015). Innovatsii v obuchenii 3 D-pechati: [Innovation in Education] Maker Space, Innovation Lab i STEAM // *Sovremennye issledovaniia distantsionnogo obrazovaniia — Modern research in distance education*, 4, 96–103 [in Russian].
- 4 Oner, A.T., Nite, S.N., Capraro R.M., Capraro M.M. (2016). From STEM to STEAM: Students' beliefs about the use of their creativity// *The STEAM Journal*, 2(2). Retrieved from <https://doi.org/10.5642/steam.20160202.06>.
- 5 Sait zhurnala «Interfaks». Obrazovanie [Website of the interfax magazine. Education] (2018). Piat v odnom: kak perspektivnaia model obucheniia professionalov izmenit rynek budushchego [Five in one: how a promising professional training model will change the market of the future]. Retrived from https://academia.interfax.ru/ru/press_release/articles/1711/ [in Russian].
- 6 Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity. *kofac.re.kr*. // Retrived from: https://www.kofac.re.kr/?page_id=1775.
- 7 Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? // *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. Retrieved from <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>.
- 8 Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Korea Assoc. Sci. Edu*, 6, 1072–1086.
- 9 Savery, J. R. (2006). Overview of PBL: Definitions and distinctions // *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>.
- 10 Davis, M. (1998). Making a case for design-based learning // *Arts Education Policy Review*, 100 (2), 7–15. <https://doi.org/10.1080/10632919809599450>.
- 11 Sanders, M.E. (2012). Integrative stem education as best practice. *Queensland: Griffith Institute for Educational Research*, 2, 103–117.
- 12 Natsionalnaia Akademiia obrazovaniia imeni I. Altynsarina [National Academy of Education named after Y. Altynsarin] (2017), 190–191 // Retrived from: <https://nao.kz/> [in Russian].