

ОБЗОРЫ

УДК 378:372.862

**К ВОПРОСУ ПОНЯТИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ»  
В ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ**

**Фаритов А.Т.**

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

Инженерия, наука, технология и математика являются наиболее важными секторами, которые необходимо учитывать для поддержания статуса экономики, основанной на знаниях. Инженерная программа XX в. более не является достаточной для решения инженерных задач XXI в. Определенные инженерные компетенции, такие как проектирование и аналитическое мышление, стали необходимыми даже для тех, кто учится и работает в неинженерных дисциплинах. Выпускники инженерных специальностей не только востребованы для технической и научной карьеры, но и начали играть важную роль в таких областях, как бизнес, финансы, менеджмент, политика, общественные науки и т.д. Утверждается, что определение инженерии должно быть расширено, чтобы соответствовать возникающим тенденциям и ролям современной и будущей инженерии. В настоящее время перед государством стоит задача формирования системы инженерного образования, выполнение которой предполагает концептуальные изменения на всех уровнях и ступенях образования. В статье представлен анализ представлений о понятии «инженерная компетенция» в зарубежной науке, причины обращения современной педагогики к понятию «инженерная компетенция». В работе рассмотрен вопрос о формировании инженерной компетентности учащихся.

**Ключевые слова:** компетенция, компетентность, знание, способность, навык, готовность, инженерное образование

**ON THE CONCEPT OF «ENGINEERING COMPETENCE»  
IN PEDAGOGICAL THEORY**

**Faritov A.T.**

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

Engineering, science, technology and mathematics are the most important sectors to consider in order to maintain the status of a knowledge-based economy in the 21st century. The 20th century engineering program is no longer sufficient to meet the engineering challenges of the 21st century. Some engineering competencies, such as design and analytical thinking, have become necessary even for those students and working in non-engineering disciplines. Engineering graduates are not only in demand for technical and scientific careers, but have also begun to play an important role in fields such as business, finance, management, politics, social Sciences, etc. it is Argued that the definition of engineering should be expanded to fit the emerging trends and roles of modern and future engineering. Currently, the state faces the task of forming a system of engineering education, the implementation of which involves conceptual changes at all levels and stages of education. The article presents the analysis of ideas about the concept of «engineering competence» in foreign science, the reasons for the appeal of modern pedagogy to the concept of «engineering competence». The paper deals with the formation of engineering competence of students.

**Keywords:** competence, competence, knowledge, ability, skill, readiness, engineering education

В настоящей статье ставится цель рассмотреть взгляд зарубежных авторов на проблему формирования инженерной компетенции. Изменить практику формирования инженерной компетенции учащихся школ и вузов учебных заведений для последующего внедрения в систему российского образования.

Инженерия, наука, технология и математика являются наиболее важными секторами, которые необходимо учитывать для поддержания статуса экономики, основанной на знаниях.

Инженерная программа XX в. более не является достаточной для решения инженерных задач XXI в. Определенные инженерные компетенции, такие как проектирование и аналитическое мышление,

стали необходимыми даже для тех, кто учится и работает в неинженерных дисциплинах. Выпускники инженерных специальностей не только востребованы для технической и научной карьеры, но и начали играть важную роль в таких областях, как бизнес, финансы, менеджмент, политика, общественные науки и т.д. Утверждается, что определение инженерии должно быть расширено, чтобы соответствовать возникающим тенденциям и ролям современной и будущей инженерии.

Исследования в области инженерного образования, будь то высшее образование или образование в школах, имеют важное значение для разработки современной учебной программы, обеспечения компетентного преподавания инженерного обра-

зования и обучения, а также для решения проблем, с которыми сталкиваются выпускники в профессиональной обстановке на рабочем месте [1]. Растущая сложность и междисциплинарность инженерной профессии требует оснащения выпускников инженерных специальностей набором нетехнических навыков, таких как общение, принятие решений, управление, лидерство, эмоциональный интеллект, культурная осведомленность и социальная этика. Внимание к исследованиям в области инженерного образования стремительно растет во многих странах мира, таких как США, Малайзия, Индия, Мексика, Европа, Тайвань и т.д. [2].

Исследования в области инженерного образования (ИО) – это новая междисциплинарная область исследований. В частности, методы исследования в области педагогики, психологии и социальных наук имеют важное значение для информатизации исследований в инженерном образовании [2]. Другие области, которые, как было установлено, оказывают влияние на ИО: социология, этнические и гендерные исследования, международные отношения и др. [3]. Эксперты в области инженерного, естественнонаучного и математического образования выдвинули на первый план ряд причин, чтобы сосредоточиться на инженерном образовании, такие как глобализация и трансконтинентальное предпринимательство, большие проблемы в устойчивом проектировании, снижение интереса к инженерному делу среди школьников, падение инновационного потенциала и международной компетентности на мировом рынке и т.д. Все эти и другие причины требуют радикальных изменений в учебной программе и в методике преподавания и обучения инженеров [4].

Центры и подразделения университетских или инженерного колледжей по инженерному образованию, педагогическая поддержка, информационно-пропагандистская деятельность, исследования и разработка учебных программ довольно распространены в США с 1990-х гг. За пределами США центры, подразделения и исследовательские группы, занимающиеся инженерным образованием, разбросаны по всему миру, однако их частота намного меньше, чем в США; ожидается, что это число будет быстро расти в ближайшие несколько лет. Примерами таких центров являются: Инженерный центр передового опыта в области преподавания и обучения в Университете Лафборо, Великобритания, исследовательская группа по инженерному образованию в Университете Линчёпинга, Швеция и От-

дел инженерного обучения в Мельбурнском университете, Австралия.

Эти отделы были нацелены на перемещение статуса в инженерном образовании от изолированных исследовательских усилий к активным академическим сообществам, предназначенным для научной исследовательской работы.

Реализация различных форм инженерного образования на уровне K-12 (Школа в США, K – kindergarten, 12 классов) проводилась в основном в США и проследится до начала 1990-х гг. По оценкам, более шести миллионов учащихся K-12 в США прошли формальное инженерное образование в школах, а десяти тысяч учителей K-12 прошли соответствующие курсы повышения квалификации. Инженерная деятельность исследовалась в качестве одного из наиболее эффективных средств для демонстрации применимости преподаваемых математики, физики и химии в образовании школьников. Является все больше свидетельств того, что включение инженерного образования в школьное образование оказывает положительное влияние на стимулирование интереса и улучшение изучения предметов по естественным наукам и математике. Кроме того, поскольку инженерные приложения весьма ощутимы для детей, они зависят от науки и математики, такой подход обычно привлекает школьников к будущей карьере по предмету STEM [5]. Инжиниринг мог бы улучшить достижение результатов обучения естественнонаучным и математическим предметам в учебной программе K-12 [6]. Независимо от того, выберут ли ученики техническое или нетехническое обучение или карьеру после школы, использование инженерного образования в образовании K-12 является способом развития необходимых навыков для карьеры XXI в., таких как решение проблем, творчество, лидерство, командная работа, организация навыков управления и т.д. [6].

Страны Европы, США, Россия стали более серьезно относиться к диверсификации своих экономических ресурсов, уделяя особое внимание рационализации технологий, инноваций и экономики, основанной на знаниях. Инженерные и технологические кадры играют ключевую роль в этом процессе диверсификации. Например, потребуются большее количество выпускников инженерно-технических специальностей и, следовательно, увеличение объема работ, начиная со школы. С точки зрения качества потребуются значительный пропорциональный переход к функциям инноваций, проектирования, устойчивости, НИОКР и коммерциализации. Следовательно, компетенции,

требуемые от выпускников инженерно-технических специальностей, должны будут существенно измениться.

Некоторое время назад крупные учебные центры инженерного образования привели к новому, основанному на результатах, подходу к созданию программ в области инженерных наук [7]. Эти результаты основаны на наборе качеств выпускника, полученных им для удовлетворения предполагаемых потребностей промышленности в будущем. Тем не менее выпускники инженерных специальностей могут не обладать компетенциями, необходимыми для современной практики, даже если результаты программы были разработаны с учетом заявленных потребностей отрасли. Существует воспринимаемый разрыв между знаниями выпускника и компетенциями, необходимыми на практике для удовлетворительной работы в промышленности. Анализ эмпирического исследования приводит к многомасштабной системной модели инженерной компетенции, где установки и самооценка находятся на метауровне, и они помогают организовать и контекстуализировать конкретный набор компетенций человека в конкретной рабочей ситуации [8].

Компетенция – это больше чем обучение знаниями или психомоторными навыками, необходимыми для выполнения конкретной задачи. Инженерная компетенция означает, что инженер, осуществляющий какой-либо производственный процесс, последовательно интегрирует знания, навыки и личные качества в повседневную практику, чтобы соответствовать установленным стандартам производительности [9].

Образование, основанное на компетенциях, фокусируется на знаниях, профессиональных навыках, поведении, необходимых новым выпускникам.

Основы компетенции инженерного образования тесно связаны с новаторским обучением, чтобы уменьшить пассивную зависимость от учителей и стимулировать самостоятельную работу студентов и критическую самооценку.

Компетентность чаще всего используется для описания навыков, понимания и провозглашения ценностей человека, готового начать самостоятельную инженерную деятельность в промышленной отрасли.

Инженерная компетенция сочетает в себе атрибуты соответствующих вспомогательных знаний и профессиональных установок, а также надежную работу в естественных условиях без посторонней помощи.

Ранее инженерное образование было структурировано таким образом, чтобы

учащиеся в значительной степени изучали то, что программа вуза выбирала для обучения. Цель состояла в том, чтобы подготовить инженера с предписанными пакетами знаний после окончания обучения. Этот традиционный подход был в основном дисциплинированным [10]. В настоящее время все чаще наблюдается тенденция к основанному на компетенциях обучению, которое обеспечивает последовательность определенного учебного опыта для студентов, чтобы по окончании обучения и в практике можно было считать квалифицированными молодыми специалистами. Принятие обучения, основанного на компетенциях, требует переоценки и пересмотра старых учебных программ, но между традиционным и новым на компетенциях образованием остается определенная точка соприкосновения.

Акцент делается на оценку производительности и демонстрацию навыков или компетенций, а не проследительное подтверждение знаний. Оценка, основанная на результатах, является всеобъемлющей и дает широкие результаты, а не несколько узких областей знаний в установленной сфере образования [11].

Различия между дисциплинарным образованием и образованием, основанным на компетенциях, должно учитываться при проектировании и разработке учебных программ, которые предназначены для обеспечения практических потребностей будущего. Однако эти два подхода не являются взаимоисключающими, и между ними существует определенная точка соприкосновения.

Стать профессионалом – значит пройти через предсказуемую последовательность качественно различных моделей навыков, знаний и ценностей. Компетенция включает в себя разработку моделей поведения, которые открыты для более широких протоколов оценки, чем традиционно используемые в формальном обучении. Задача образования, основанного на компетенциях, состоит в том, чтобы интегрировать цели с заявлениями о компетенциях для ключевых задач.

Компетентность достигается не сразу, а достигается поэтапно, как описано в работе С. Мале и соавт. [12].

Все чаще в инженерном образовании основная цель обучения состоит в том, чтобы учащийся постепенно становился автономным, а самостоятельное обучение сменялось преподаванием [12]. Некоторые учебные задачи могут помочь учащимся быстрее освоить умственные процессы, необходимые для обучения [13]. Успешная стратегия обучения может включать в себя практику

конкретных навыков, соответствующих задаче (когнитивный аспект). Студентам, возможно, придется дать четкие инструкции о том, как приобретать и контролировать приобретаемые ими навыки (метакогнитивный аспект), а также объяснять, почему и как приобретаемые ими навыки работают (информированное обучение) [13].

Преподавание в университетах в основном сосредоточено на развитии навыков и знания у студентов. Этот акцент на области знаний и навыков не учитывает компетенцию изменения личности, мотивов и самооценки [14]. Компетенция концептуализируется как айсберг, где навык и область знаний формирует верхушку, видимую над ватерлинией, черты характера, самооценка и мотивы составляют основу человеческой компетенции. Более конкретно, это означает, что эти черты человеческой личности были определены как гораздо более надежные предикторы долгосрочной производительности труда, отмечает в своей работе Л. Спенсер [15].

На практике разрыв в компетенции возникает в основном из двух основных причин. Во-первых, вопрос, что в принципе возможно в образовании. А во-вторых, некоторые аспекты касаются более глубоких личностных черт выпускника и мотивов, его этического и социального осознания, очевидно, что это нельзя выучить на уровне фактических знаний, отмечает Д. Рэдклифф [16].

Инженерия как профессия становится все более разнообразной с широким спектром карьерных возможностей. В результате, задача преподавателя – подготовить своих студентов к этому разнообразию требований к компетенции. Это приводит к конфликту образования против подготовки для конкретных рабочих задач.

Д. Майлз [17] отмечает, что цели обучения или компетенции часто находятся в слишком широкой рамке», что делает их осуществление невозможным.

В работе М. Тарафдара [18] были описаны составляющие исследовательского успешного процесса:

1. База технических знаний.
2. Сотрудничество (коммуникационные инструменты: электронная почта, веб-камеры, программное обеспечение для синхронизации файлов, многопользовательские редакторы, вики, программное обеспечение для шифрования и порталы, которые развивают компетенцию в сотрудничестве).
3. Управление знаниями (сохранение знаний, обмен между фирмами, учеными, доступ к знаниям), но не сами знания.
4. Гибкость (техническая и организационная гибкость, чтобы изменить баланс

между ними в ответ на внешние условия и внутренние потребности).

5. ИТ / Инновационное управление. Это структура и процессы, посредством которых различные рабочие элементы скоординированы и взаимозависимы. В этом контексте управление ИТ / инновациями представляет управление ИТ-ресурсами фирмы, интеграции и стандартизации для планирования и безопасности ИТ-инфраструктуры.

6. Бизнес-связи. Специалисты по инженерным технологиям должны работать вместе с лидерами бизнеса и участвовать с клиентами и поставщиками компании, чтобы достаточно хорошо понимать рынок и стратегию бизнес-подразделения своей компании, чтобы внести свой вклад в их инновации. Кроме того, лидеры бизнеса должны понимать потенциал технологий для улучшения своих продуктов и процессов.

Инженерная компетенция предполагает сочетание всех шести элементов компетенции в инженерии, перечисленных выше. Условно их можно разделить на: интеллектуальную компетентность, физико-техническую компетентность и межличностную компетентность.

Техническая компетенция связана с знаниями технической направленности и используется как средство для разработки и использования для достижения целей (например, добывающая отрасль). Техническая компетенция включает в себя создание, хранение / извлечение, передачу и применение знания определенной технической направленности. Например буровое оборудование, насосы, фильтры, содержание примесей, пластовая закачка воды для добычи нефти, показатели по подготовке нефти для транспортировки, допустимая коррозия оборудования, методы контроля на ней – это все технические компетенции специалистов на участках. Профессиональная компетенция – это компетенция в определенной профессии, например газосварщик.

Инженерная компетенция – это компетенция комплексная, компетенция в инновационном процессе, потому что инновационный процесс по своей природе является наукоемким [19].

Чтобы превратить идею в новый продукт, услугу или процесс, необходимо найти и интегрировать внешнюю информацию, предварительные исследования, а также знания и экспертизы других.

В работах Дж. Вальтера, С. Чана, Н. Келлама [20–23] указано, что инженерная компетенция – это сложная система, в которой диапазон влияний, выходящих за рамки явного обучения, способствует развитию

студентов как профессиональных инженеров. Это исследование предоставляет основанную на фактических данных основу для рассмотрения этой сложности в рефлексивной практике преподавания и инновационной разработке учебных программ. Следующие три формы репрезентации обеспечивают достоверное представление об исследуемой компетенции: (I) контекстуальная модель формирования компетенций иллюстрирует сложную природу процессов обучения; (II) обзор структуры представляет семь кластеров компетенций (гибкость, взаимодействие, планирование, профессиональные реалии, личность, социальный контекст и технические вопросы); и (III) прослеживаются три характеристики сложных процессов обучения (сложное влияние кластеров, неоднозначность результатов, контекстно-зависимый характер результатов обучения) [24, 25].

Хотя в инженерном сообществе существует широкое согласие в отношении необходимости лучшей подготовки инженеров к мировой практике, гораздо меньше согласия относительно того, какие навыки и способности определяют глобальную компетенцию, какое сочетание и продолжительность международного образования и опыта лучше всего развивают и какие метрики должны использоваться, чтобы судить, достигли ли студенты этого. В работе [26] представлена концептуальная модель для определения глобальной компетенции, модель учебного плана для обучения и модель оценки, чтобы определить, достигли ли выпускники этой компетенции.

Студент по окончании образования получает портфель или журнал завершенных этапов, отвечающих определенным критериям, в письменной или цифровой форме, подтверждающие способности студента в различных дисциплинах, подписанные руководителями кафедр, видеозаписи о его / ее работе во время практики, а также исследовательские работы или рефераты. Эта система оценки создается в четыре этапа:

- Разработка набора заявлений о компетенции и их распространение среди преподавателей и студентов.
- Перечень типов доказательств, запрашиваемых для определения того, была ли достигнута компетенция.
- Определение стандартов, посредством которых компетенция может быть подтверждена.
- Спецификация механизма, необходимого для проведения оценки компетенций, например, форма, в которой должны быть представлены доказательства, даты и т.д.

Оценки успеваемости студентов могут быть как формирующими, чтобы стимулировать дальнейший прогресс посредством обратной связи результатов, так и суммирующими, когда результаты являются окончательными для последующего образования. Такие оценки оказались эффективными в образовательных программах, основанных на компетенциях для инженеров, для улучшения знаний, профессионального отношения и навыков работы. Лабораторные и практические учебные задачи легко поддаются непрерывной формирующей оценке. Сразу после урока каждый ученик должен записать свой учебный опыт и самостоятельно оценить свой уровень знаний профессионального поведения и навыков работы. Хотя, по опыту автора, некоторые студенты склонны переоценивать свои способности, более реалистичная перспектива развивается с увеличением зрелости.

Приобретение компетенции в целом как комплексной системы [14] – это случайные компетенции и способности, важные для работы в профессиональной отрасли, которые не связаны с целевым обучением. Инженерные студенты приобретают эти компетенции через сложное взаимодействие трех основных форм обучения и других элементов, окружающих формальный учебный процесс. Внешний круг содержит различные кластеры элементов, которые составляют сложную систему образования и тем самым способствуют формированию компетенций студентов.

Для школьников сегодня различие между наукой и техникой трудно определить. Повышение осведомленности о фундаментальных принципах, лежащих в основе инженерной профессии должно обладать высоким приоритетом.

Есть веские основания, чтобы убедить правительства сделать инженерии основным предметом в учебной программе школьников. С началом обучения в 12-летнем возрасте, с непрерывным усилением осваивания данной программы до поступления в университет.

С внедрением основ инженерной компетенции в школьную программу появится возможность использовать и развивать ряд творческих учебных и преподавательских ресурсов, которые оживляют многие предметы через инженерную дисциплину. Целями исследования являются обобщение лучших практик раннего вовлечения школьников в научно-исследовательскую деятельность, разработка новых теоретических представлений, концептуализирующих раннюю научно-познавательную деятельность учащихся-исследователей. В результате

многолетнего изучения практики по программе «Шаг в будущее» выявлены два типа мотивации ранней научно-исследовательской деятельности школьников – социальная и формальная образовательная. Эпистемо-дидактический анализ экспериментальных данных показывает ключевую роль социальной мотивации и вспомогательную роль формально-образовательной мотивации. Разработаны новые теоретические концепции: исследовательское поведение научного типа, эпистемический (исследовательский когнитивный) импринтинг, социализация научно-исследовательского типа. Анализируется отношение к истине в воспитательной работе со школьниками-исследователями; определены микропедагогические роли научного руководителя. Сделан вывод о том, что научно-познавательное самореализация человека регулируется не формальной системой отношений преподавания и обучения, а человеческим фактором, играющим ключевую социальную роль.

Таким образом, развитие «инженерной компетенции учащихся общеобразовательных учреждений (школы)» – это формирование и пробуждение интереса, познание самого себя, собственной пытливости, острого ума, иного взгляда и мышления, формирование, повторяю в самом простом и начальном состоянии наиболее востребованных компетенций XXI века: креативности, критического мышления, общения, работы с информацией, сотрудничества посредством проектных и кооперативных методов.

Приведем пример нашего опыта.

В системе образования растет число вмешательств в области науки, техники, инженерии, математики (STEM) и вопрос об их эффективности, а также об оптимальных способах определения их эффективности вызывают растущий интерес. Это исследование качественно оценивает двухлетнюю программу вмешательства STEM, чтобы получить более глубокое понимание восприятия и понимания студентами вмешательства STEM. Вторая цель состояла в том, чтобы проверить некоторые рекомендации для планирования будущих вмешательств STEM, понимая предоставленную причину удовлетворенности студентов. Четыре фокус-группы были проведены с учащимися в 4–6 классах (N = 24) в 2016 г. и четыре фокус-группы со студентами в 5–7 классах (N = 34) в 2017 г. Использование качественного подхода при оценке программы вмешательства STEM оказалось хорошим выбором. Результаты анализа показывают, что такая программа STEM может быть эффективной, если мы сохраним эффект све-

жести и интерес к упражнению, обеспечим как можно больше практических занятий, увеличим чувство самостоятельности у студентов, разработаем совместное обучение и обеспечим акцент на роботизированное обучение и обучение через игру. Кроме того, важно проводить ранние вмешательства STEM, подчеркивая важность и полезность мероприятий для повседневной жизни школьников.

То есть происходит формирование понятий, что опыт STEM – хороший, научный, интересный подход, формирующий интерес к знаниям [27].

В основе модели формирования инженерной компетенции находится общее образовательных учреждений (школы) лежит проект обучения в так называемых «творческих пространствах». «Творческие пространства» – это области интеграции школьников, студентов и аспирантов, работающих в формате совместной работы над проектами, инициированными различными структурами общества и бизнеса. Анализ результатов экспериментальной работы показал, что использование «творческих пространств» для реализации проектной деятельности школьников и студентов позволяет сформировать навыки и компетенции, необходимые для отрасли [28].

### Выводы

Есть много проблем, которые требуют специальной методологии и методов исследования. В связи с этим полезно использовать и интегрировать опыт других стран, а также руководствоваться их национальными особенностями системы образования.

– При формировании образования в контексте компетентностного подхода мы должны обеспечить интегральную фундаментальность и практическую направленность обучения.

– При изучении компетенций мы должны учитывать компетентность выпускников, чтобы прогнозировать потенциальные компетенции как условие успешной карьеры.

– При изучении компетенций единство участников – работодателей, представителей академического сообщества, специалистов, выпускников является правильным, определять, организовывать и формировать необходимые компетенции в вузах у будущих специалистов.

Все это поможет правильно выстроить, откорректировать и дополнить компетенции, определить состав и структуру профессиональной компетенции будущих специалистов и оценить, правильно ли они сформированы, поскольку состав требуемых компетенций на рынке может

измениться, если мы учитываем обусловленность компетенции требованиями рынка труда.

Для создания у будущих студентов интереса к инженерной специальности необходимо вводить в школах знакомство школьников с инженерной специальностью, рассказывать о связи технических наук (математики, физики, ИТ), создавать «окна возможностей» для талантливых школьников и построение учебной программы для школьников.

Безусловно, исследованный нами опыт зарубежных авторов по формированию инженерной компетенции учащихся высшего и среднего образования возможно применить в системе образования Российской Федерации как на региональном, так и на федеральном уровнях.

### Список литературы

1. White R.M. Standards for K-12 Engineering Education. National Academy of Engineering: Washington, DC, USA. 2010. P. 148.
2. Streveler R., Smith K.A. Rigorous research in engineering education. *Journal of Engineering Education*. 2006. vol. 95. no. 2. P. 151.
3. Borrego M., Beddoes K., Jesiek B.K. International perspectives on the need for interdisciplinary expertise in engineering education scholarship. In Proceedings of the Australian Association for Engineering Education Conference (Australia, 6–9 December 2009). Australia: Adelaide, 2009. P. 121–122.
4. Borrego M., Bernhard J. The emergence of engineering education research as an internationally connected field of inquiry. *Journal of Engineering Education*. 2011. vol. 100. no. 1. P. 14–47.
5. Rockland R. Advancing 'E' in K-12 STEM Education. *Journal of Technology Studies*. 2010. vol. 2. no. 1. P. 53–64.
6. Pinelli T.E., Hayward W. J. A. Pathways for the Nationwide Inclusion of Engineering in the K-12 Curriculum via Technology Education. *Journal of Technology Education*. 2010. vol. 21. no. 2. P. 52–68.
7. Canagarajah S. English as a spatial resource and the claimed competence of Chinese STEM professionals. *World English*. 2018. vol. 37. no. 1. P. 2–10.
8. Klenk M. Early-career Engineers at the Workplace: Meaningful Highs, Lows, and Innovative Work Efforts. Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference (June 25–27 2018). Salt Lake City: ASEE Annual Conference & Exposition, 2018. P. 181.
9. Eriksen S., Karaki L., Toom A. Employer views on upper-secondary vocational graduate competences. *Journal of Vocational Education & Training*. 2019. P. 1–26.
10. Paquette G. An ontology and a software framework for competency modeling and management. *Educational Technology & Society*. 2007. vol. 10. no. 3. P. 1–21.
11. Mulenga I. M., Malambo Y. Understanding a Competency-Based Curriculum and Education: The Zam. Perspective. *Journal of Lexicography and Terminology*. 2019. vol. 3. no. 1. P. 106–134.
12. Male S.A. Generic engineering competencies: A review and modelling approach. *Education research and perspectives*. 2010. vol. 37. no. 1. P. 25.
13. Nisbet J., Shucksmith J. *Learning strategies*. Routledge. 2017. P. 28.
14. Walther J., Radcliffe D.F. The competence dilemma in engineering education: Moving beyond simple graduate attribute mapping. *Australasian Journal of Engineering Education*. 2007. vol. 13. no. 1. P. 41–51.
15. Spencer L.M., Spencer P.S.M. *Competence at Work: models for superior performance*. John Wiley & Sons. 2008. P. 10.
16. Radcliffe D.F. Innovation as a key attribute for graduate engineers. *International Journal of Engineering Education*. vol. 21. no. 2. 2005. P. 194–199.
17. Miles D.H. *The 30-second encyclopedia of learning and performance: A trainer's guide to terminology and practice*. Amacom Books. 2003. P. 73.
18. Tarafdar M., Gibson S.R. Understanding the influence of information systems competencies on process innovation: A resource-based view. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2007. vol. 16. no. 4. P. 323–392.
19. Ghoshal M., Terzioviski M. Exploring the relationship between knowledge management practices and innovation performance. *Journal of manufacturing technology management*. 2008. vol. 15. no. 5. P. 402–409.
20. Walther J., Sochacka N.W., Pawley A.L. Data Sharing in Interpretive Engineering Education Research: Challenges and Opportunities from a Research Quality Perspective. *Advances in Engineering Education*. 2016. vol. 5. no. 2. P. 23–45.
21. Wainwright. Qualitative research quality: A collaborative framework across multiple methodological perspectives. *Journal of Engineering Education*. 2017. vol. 106. no. 3. P. 398–430.
22. Chan C.K.Y., Zhao Y., Luk L.Y.Y. A validated and reliable instrument investigating engineering students' perceptions of competency in generic skills. *Journal of Engineering Education*. 2017. vol. 106. no. 2. P. 299–325.
23. Kellam N.N. et al. Connected ways of knowing: Uncovering the role of emotion in engineering student learning. Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference (June 25–28 2017). Salt Lake City: ASEE Annual Conference & Exposition, 2017. P. 172.
24. Bernhard J., Baillie C. Standards for quality of research in engineering education. *International Journal of Engineering Education*. 2016. vol. 32. no. 6. P. 2378–2394.
25. Lima R.M. Defining the Industrial and Engineering Management Professional Profile: a longitudinal study based on job advertisements. *Production*. 2017. vol. 27. P. 1–15.
26. Holtkamp P., Jokinen P.P., Pawlowski J.M. Soft competency requirements in requirements engineering, software design, implementation, and testing. *Journal of Systems and Software*. 2015. vol. 101. P. 136–146.
27. Blazev M. Qualitative analysis of experience, beliefs, and attitudes of primary school children towards a STEM intervention programme: how to understand outcome and plan future STEM intervention. *Napredak: časopis za pedagogijsku teoriju i praksu*. 2019. vol. 160. no. 1–2. P. 125–148.
28. Shatunova O. STEAM as an Innovative Educational Technology. *Journal of Social Studies Education Research*. 2019. vol. 10. no. 2. P. 131–144.