

УДК 37.013.32

DOI: 10.18384/2310-7219-2018-3-64-74

ИНЖИНИРИНГ КАК МОДЕЛЬ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Осипенко Л.Е., Лесин С.М.

Московский городской педагогический университет

129226, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный проезд, д. 4, Российская Федерация

Аннотация. Возросший за последние годы интерес к инженерингу привёл к неоднозначности его трактовок. Авторы статьи обобщают существующие точки зрения и на основании этимологического анализа выделяют основные компоненты инженеринга: науку, технологии, природу и общество. Полученные результаты позволили рассмотреть инженеринг как модель для проектирования школьных образовательных программ. Обоснованы методом онтологий и подкреплены конкретными примерами способы проектирования содержания предметного и метапредметного компонентов в школьных учебных программах технологической и естественнонаучной направленности.

Ключевые слова: инженеринг, наука, технологии, природа, общество.

ENGINEERING AS A MODEL FOR DESIGNING EDUCATIONAL PROGRAMS OF TECHNOLOGICAL AND NATURAL SCIENCES

L. Osipenko, S. Lesin

Moscow City University

129226, Moscow, 2-nd Agricultural Passage, 4 Russia

Abstract. The increased interest to engineering in recent years has led to the ambiguity of its interpretations. The authors of the article summarize the main points of view and on the basis of the etymological analysis identify the main components of engineering: science, technology, nature and society. The results obtained allowed us to consider engineering as a model for designing educational programs for school education. The methods of designing the content of subject and metasubject components are substantiated by the method of ontologies. Besides, they are supported by the specific examples of technological solutions in the regional curriculum and the natural-science direction.

Key words: engineering, science, technology, nature, society.

Инженеринг как сфера человеческой деятельности существует ещё с древних времён. Акрополь, Парфенон, Колизей, римские акведуки, висячие сады Семирамиды, Великая китайская стена – все эти и другие объекты с многовековой историей являются ярким свидетельством изобретательности и мастерства древних инженеров. При наличии столь убедительных примеров важно-

сти инжиниринга следует отметить, что внимание к этой науке в разные эпохи было отнюдь не одинаковым. Так, решающий прорыв в области инженерного образования в России был сделан в первые два десятилетия XX в. Этот период ознаменован зарождением всемирно известной системы подготовки элитных инженерных кадров – «Физмех-Физтех».

В настоящее время в России также зафиксирован устойчивый интерес к инжинирингу. Опосредовано этот факт подтверждают около двух миллионов ссылок, приводимых поисковым сайтом «Яндекс» на запрос «инжиниринг».

Понятие «инжиниринг» фигурирует в названиях компаний и ассоциаций. Например, «World Federation of Engineering Organizations», «European Federation of Engineering Consultancy Associations», «Стройтрансгаз-Инжиниринг», «Глобалстрой Инжиниринг» и пр.

Различные определения инжиниринга: «строительный», «экологический», «организационный», «финансовый» – можно найти и в вузовских учебных дисциплинах. Например, в Институте информационных систем управления преподаётся «Архитектура и инжиниринг бизнес-систем». На сайте Высшей школы бизнеса Государственного университета управления выложен курс «Корпоративная архитектура и инжиниринг бизнес-процессов». В учебный план Ростовского государственного экономического университета включён «Организационный инжиниринг» и т. д.

Современные реалии актуализировали интерес к инжинирингу не только в системе высшего образования. Понимание стратегической важности

воспитания талантов, чьи изобретения в ближайшем временном горизонте станут глобальным мейнстримом, обусловило временной сдвиг начала предынженерного образования. Например, в США, Великобритании, Китае, Корее, Тайвани разрабатываются учебные программы «K-12 STEM». Они предполагают междисциплинарное обучение инжинирингу, технологиям, науке, математике, начиная от воспитанников детских садов и заканчивая выпускниками средних общеобразовательных школ [14].

В стенах экспериментариумов, кванториумов воплощаются небезуспешные попытки создать симуляторы и тренажёры высокотехнологичных образовательных практик для российских школьников.

Вполне закономерно, что повышенный интерес к инжинирингу привёл к неоднозначности толкования этого понятия. Отсутствие чёткой структуры инжиниринга в контексте современной педагогической проблематики затрудняет экстраполяцию основных его компонентов в содержание учебных программ для школьного образования. Поиск подходов к решению этих проблем обусловил цель настоящего исследования.

Итак, грамматический анализ термина «инжиниринг» показал, что это – имя существительное. Этимологически оно происходит от американского варианта «engineering» [ɛndʒɪˈnɪrɪŋ] или британского [ɛndʒɪˈnɪəriŋ]. «Ing»-вая форма глагола «to engineer» позволяет дословно перевести «инжиниринг» как «инженерный», что означает «сооружать», «проектировать», «устраивать», «затевать», «придумывать», «изобретать» [24].

Сохраняя инвариантным сущностное ядро инжиниринга, словари по-разному определяют сферы инжиниринга. Так, Оксфордский словарь рассматривает «engineering» как отрасли науки, связанные с проектированием, строительством, использованием или модификацией двигателей, машин и конструкций [21].

В Малом энциклопедическом [7] и толковом словарях [9] «инжиниринг» обозначен как сфера деятельности по проработке вопросов создания объектов промышленности, инфраструктур в форме предоставления на коммерческой основе различных инженерно-консультационных услуг.

Международная торговая палата ICC (International Chamber of Commerce) вводит понятие «международный инжиниринг», относя его к специализации в производственной и научно-технической сфере. Международный инжиниринг охватывает исследования, проектирование, обеспечение и монтаж оборудования, строительство и пусконаладочные работы. Международный инжиниринг также включает консультации, позволяющие снизить капитальные затраты на создание и переустройство производственных мощностей и их участков [2].

Ряд изданий рассматривает инжиниринг как «практику использования научных и эмпирических знаний на пользу человечества» [21; 22; 24]. Развивая эту идею, Я. Бен-Хаим отмечает, что современный инженер должен не только знать специфику использования технологий, но и глубоко понимать их влияние на людей, общество и ход истории в целом, учитывать существенное воздействие современных

технологий на культурную и интеллектуальную среду [20].

Обобщив вышеизложенные точки зрения, в качестве рабочего определения будем рассматривать инжиниринг как интегральную область знаний и вид деятельности, а в качестве структурного ядра инжиниринга примем науку, технологии, общество и природу (рис. 1) [22].

Последовательно раскроем каждую компоненту инжиниринга, и первым объектом нашего анализа станет наука.

Не вызывает сомнения факт, что создание объектов промышленности, сооружение зданий, дорог, мостов, гаваней, плотин, водопроводов, кораблей, заводов, а также производство машин и их деталей, механизмов и устройств должно базироваться на научных теориях. Однако В. Кондратьев и В. Лоренц считают, что научный базис современного инжиниринга не должен ограничиваться только бесценным наследием предшествующих поколений. Устойчивое развитие инжиниринга предполагает поиск перспективных направлений эволюции, «конструирование новых, еще не существующих единиц, а также предсказание их поведения в определенных эксплуатационных режимах ... Если ученые изучают мир, каким он есть, то инженеры создают мир, которого никогда не было» [5, с. 132]. Следовательно, совмещенное с форсайтом изучение научных теорий, лежащих в основе наиболее значимых инженерных объектов, может стать неотъемлемой составляющей образовательных программ.

Вновь вернёмся к рисунку 1 и сфокусируемся на второй крупной компоненте инжиниринга – «технологиях».

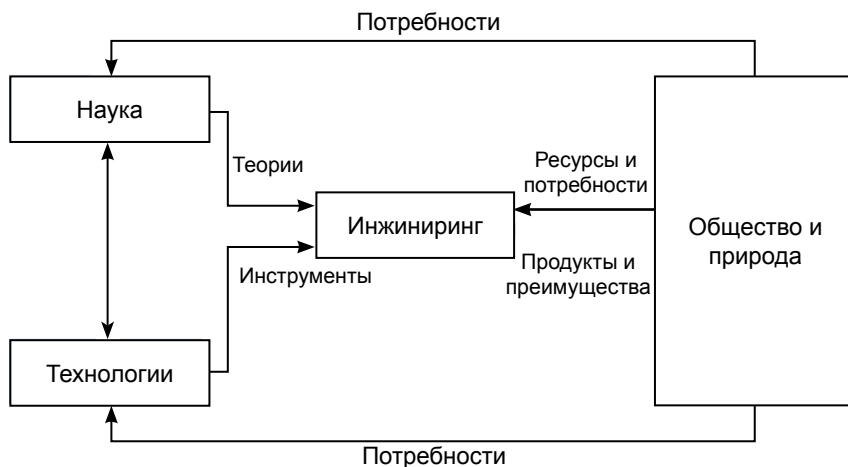


Рис. 1. Структура инжиниринга

Современные технические и технологические аспекты инжиниринга предполагают: составление проектных предложений по строительству, эксплуатации, реконструкции и модернизации объектов; консультации при пусконаладочных работах и эксплуатации оборудования с учётом конкретных условий [12]. Полагаем, что для поддержания высокого качества образования «инженеров будущего» в содержании образовательных программ должны комплексно анализироваться связи цифровых технологий с физическим и биологическим миром, специфика их масштабирования, взаимного влияния и дополнения друг друга, особенности встраивания в жизнь человека [8; 15; 19]. Неслучайно крупнейшие инжиниринговые компании делают ставку на объединение таких технологий, как смешанная реальность, искусственный интеллект (далее – ИИ) и квантовые вычисления. Такого рода исследования и разработки являются весомым обоснованием мнения экспертов Американского Совета по профессиональному развитию

(ECPD) о том, что системность была и остается одним из основополагающих принципов инжиниринга [10].

Вновь вернёмся к рисунку 1 и проанализируем последний крупный компонент инжиниринга – природу и общество. В настоящее время, когда «социальные последствия генной инженерии, ядерные и космические технологии вышли из зачаточного состояния, а современные достижения в области нейро- и биотехнологий заставляют задуматься над тем, что значит быть человеком» [18, с. 9, 10], нельзя не учитывать социального влияния инжиниринга. «Действия, которые мы совершаем сегодня, влияют на цепочку событий, трансформирующих мир. Технологии, которые нас окружают, меняются в результате наших решений, а затем меняемся и мы сами» [18, с. 10].

Например, никто не станет оспаривать факт, что искусственный интеллект буквально «врывается» в нашу жизнь. Мы уже как должное воспринимаем синхронный переводчик *Google* или *Skype*. Нас обоснованно убедили, что модель Козинского способна за де-

сать «лайков» описать человека лучше, чем его коллеги по работе, а за триста «лайков» программа выдаст о человеке информацию более точную, нежели его родители или супруг.

Следует отметить, что системы ИИ собирают и обрабатывают не только массивы обезличенных усреднённых данных. Развиваются и более динамичные взаимодействия технологий и субъекта. Так, *Google* совместно со шведским брендом *Ivyrevel* представили *Coded Couture*. Это приложение генерирует индивидуальный дизайн платья, основываясь на персональных данных пользователя. Рей Курцвейл работает над созданием индивидуального помощника, знающего, что мы хотим, раньше нас самих. Автомобиль Илона Маска будет готов построить нам маршрут движения, даже если мы ранее не сообщали, куда собираемся поехать [3; 20].

Эти примеры являются ярким свидетельством факта создания нового вида отношений между человеком и технологиями. Оценки этого взаимодействия весьма неоднозначны и варьируются от позитивных («благо», «уже существующая реальность», «наше неизбежное будущее») до откровенно пессимистических («зло», «погибель»). В частности, историки и философы небезосновательно полагают, что «ИИ подавляет анализ и даёт радикалам преимущество над мыслителями. Ценности ИИ формируются через консенсус микрогрупп, а не всестороннее осмысление. В итоге технологии ИИ могут восстать против самих себя, когда их недостатки перевесят преимущества. И тогда не станет ли истина относительным понятием, а информация захлестнет мудрость?» [4].

Для предотвращения такого рода пессимистических сценариев требуется системная работа по формированию позитивного отношения подрастающего поколения к будущей инженерной карьере. Считаем, что уже на первой ступени образования есть предпосылки для развития у детей познавательного интереса к инжинирингу. Например, источником эмоциональной заманчивости для дошкольников могут стать «волшебные» инженерные объекты: ковер-самолет, легко переносимый на любое расстояние; подзорная труба, в которую видно на тысячи километров вокруг; плащ-невидимка, способный защитить от опасности, и т. д.

Для развития стремления детей познать латентные, скрытые характеристики «волшебных предметов» мы создавали эффект «технологического волшебства» [13]. Для этого мы рассказывали об истории величайших инженерных изобретений, учили критически оценивать день сегодняшний, фантазировали о будущем, на конкретных примерах демонстрируя увеличение технологических возможностей того или иного «волшебного предмета».

Например, человек всегда хотел иметь волшебный рожок, который незамедлительно вызовет подмогу. Стремление человека к увеличению скорости коммуникации привело к появлению оптоканалов, беспроводных WiFi-сетей, роутеров. Достаточно быстрыми темпами идёт переход к меш-сетям и блокчейну. Анализ этих технологических инноваций указывает, что устойчивыми трендами развития «волшебного рожка» будут являться: возрастание скорости, увеличение надёжности и стремление к полной

децентрализации связи. Реализацию этих направлений смогут обеспечить новые языки программирования, квантовые коммуникации, метаматериалы с уникальными свойствами, различные мобильные приложения.

Чтобы ещё больше вдохновить детей, мы рассказывали о предсказаниях научных фантастов, которые в настоящее время уже сбылись. Например, 1888 г. Эдвард Беллами в своей повести «Взгляд назад» описал «универсальные карты», с помощью которых люди из любой точки Земли могли бы получать доступ к своим сбережениям. В 1921 г. появились первые платёжные карты *Western Union*.

Рей Бредбери в своей повести «451 градус по Фаренгейту» описал «ракушки», которые в 1980 г. фирма Sony использовала как прототип вставных наушников. В начале XXI в. проектные решения гениального научного фантаста вошли в массовый обиход. Практика показала, что эти направления могут стать неотъемлемой составляющей образовательных программ [11].

Для минимизации рисков наполнения их содержания избыточными данными мы использовали онтологии [23]. Эффективность этого подхода доказана при апробации «Инженерной азбуки для малышей». Опустив детали, мы лишь отметим, что дидактическим каркасом инженерной азбуки выступили: ангар, бумеранг, воздушно-канатная дорога, громоотвод, дельтаплан и др. Онтологический анализ позволил не только обосновать адекватность выбора этих инженерных объектов. Он доказал, что опоры, столбы, кронштейны, фермы в совокупности с такими научными понятиями, как сила давления, вес, деформация,

составляют фундаментальное ядро для понимания источников прочности окружающих их конструкций [17].

Обучение инженерингу актуализирует важность конвертации различных языков. «...Кроме математики, нужно понимать, как думают инженеры, дизайнеры, исследователи, предприниматели и, конечно, обычные пользователи» [13, с. 12]. Для этого нужно уметь: обобщать и систематизировать факты; определять и формализовывать проблемы; вести точные рассуждения, приводить логически обоснованные доказательства; конструировать и верифицировать математические модели, применять их для решения конкретных задач; определять необходимые ресурсы (временные, материально-технические, информационные, финансовые); критически оценивать полученные результаты [6].

Очевидно, что требуется базис для иерархической организации содержания учебного материала из различных предметных областей, сохранения преемственности с учебными программами среднего специального и высшего профессионального образования. Полагаем, что таким содержанием каркасом в образовательных программах естественнонаучной и технологической направленности может стать метапредметный компонент. В его состав могут войти следующие междисциплинарные понятия: причина и следствие; изменение, тенденция, форсайт; часть и целое; система; структура; оригинал, модель, прототип; проблема, гипотеза, методы и др.

Считаем, что важной составляющей метапредметного компонента содержания образовательных программ естественнонаучной и техноло-

гической направленности может стать метаязык математики. Владение им позволит каждому человеку не только решать сугубо прикладные задачи, например, по аренде жилья или выбору наиболее оптимального маршрута движения. Прикладная математика научит видеть скрытые схемы, по которым работает мир, позволит превращать намерения в логику и делать эту логику предметом собственного анализа [1].

Полагаем, в образовательном инжиниринге должен быть по достоинству оценён дидактический потенциал форсайта как континуума производства знания – от нового для себя до нового для человечества. Для этого на всех ступенях школьного образования следует больше внимания уделять истории величайших научных открытий и инженерных изобретений человечества. Яркими примерами для современных детей могут стать не только результаты научных экспериментов М. Фарадея, А. Попова, ставшие базисом для изобретения радио, но и вымышленные «инженеры будущего» из «Звездного пути» Монтгомери Скотт и Джорди Ла Фордж, демонстрирующие современным детям непреодолимые сложности, которые несут миру «умные» технологии [8; 15].

Проверка адекватности и эффективности предлагаемых подходов проводилась на базе девяти российских и белорусских образовательных учреждений. Всего в педагогическом эксперименте приняли участие 1212 обучающихся 2–11 классов и 54 учителя [11].

Таким образом, несмотря на разнообразие существующих концепций инжиниринга, остаётся актуальной проблема поиска форматов предын-

женерного обучения, а также научно обоснованных подходов к проектированию соответствующих учебных программ для школьного образования.

Мы предлагаем рассматривать инжиниринг как область знаний и вид деятельности, структурным ядром которых выступает интеграция научных знаний, технологий и компетенций из сферы бережливого производства и промышленной безопасности.

Такое понимание структуры инжиниринга привело к необходимости выделения в содержании программ технологической и естественнонаучной направленности не только предметного, но и метапредметного компонентов.

Основу предметного компонента традиционно составляют дидактически адаптированные научные теории, лежащие в основе приоритетных инженерных объектов, нацеленных на решение исконных проблем человечества. Онтологический анализ позволит не только обосновать адекватность выбора наиболее значимых из них, но и избежать избыточного наполнения образовательных программ фрагментарными научными понятиями.

Основу метапредметного компонента школьных образовательных программ технологической и естественнонаучной направленности могут составить междисциплинарные понятия: причина и следствие; изменение, тенденция, форсайт; часть и целое; система; структура; оригинал, модель, прототип; проблема, гипотеза, методы; а также метаязык математики с точно построенным синтаксисом, устанавливающим однозначные правила связи между знаками безотносительно к их содержанию.

Считаем, что содержание мета-предметного компонента может быть наполнено установками, отражающими гуманистический аспект науки и технологий, формирующих понимание у подрастающего поколения неизбежных негативных эффектов от технологических прорывов, важность соблюдения инженером этических и философских норм.

Такая педагогическая модель инжиниринга обеспечит формирование у подрастающего поколения способности генерировать прорывные идеи, вопло-

щать их в смелые решения, объяснять миру уникальность собственной разработки, а в итоге – станет важной компонентой в воспитании национального пула будущих инженеров-созидателей, обладающих «открыто светящимся интеллектом; лёгкостью и широтой мысли; непринуждённостью переключения из одной инженерной области в другую, и вообще, от техники к обществу, к искусству ... с неизменной духовной печатью на лице» [16, с. 613].

Статья поступила в редакцию 15.06.2018

ЛИТЕРАТУРА

1. Айгунова О.А., Осипенко Л.Е., Саликова Э.М.В. Проектирование прикладных математических задач, развивающих операторные подструктуры мышления // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2016. № 3. С. 43–52.
2. Большой юридический словарь / Под ред. А.Я. Сухарева, В.Е. Крутских. М., 2000. 1235 с.
3. Брокман Дж. Что мы думаем о машинах, которые думают. Ведущие мировые ученые об искусственном интеллекте / пер с англ. М. Исакова. М., 2017. 548 с.
4. Заворотний А. С философской, интеллектуальной и любой другой точки зрения человеческое общество не готово к появлению искусственного интеллекта [Электронный ресурс]. URL: <https://justpaste.it/55gd2> (дата обращения: 11.06.2018)
5. Кондратьев В., Лоренц В. Даешь инжиниринг! Методология организации проектного бизнеса. М., 2007. 568 с.
6. Мадхаван Г. Думай как инженер. Как превращать проблемы в возможности: пер с англ. Ю. Корнилович. М., 2017. 256 с.
7. Малый энциклопедический словарь: в 4 т. Т. 2. М., 1997. 554 с.
8. Николаев К. Интеллектуальный инсульт. Как в мире роботов остаться человеком и не потерять себя. М., 2016. 288 с.
9. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка [Электронный ресурс]. URL: http://www.lib.ru/DIC/OZHEGOW/ozhegow_e_1.txt (дата обращения: 11.06.2018).
10. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления. Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. М., 2017. 256 с.
11. Осипенко Л.Е. Интеграция науки, образования, бизнеса в формате научно-практического обучения школьников // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2017. Т. 7. № 6. С. 8–16.
12. Прахов Б.Г., Зенкин Н.М. Изобретательство и патентование. Киев, 1981. 208 с.
13. Роуз Д. Будущее вещей: Как сказка и фантастика становятся реальностью / пер. с англ. М., 2015. 344 с.
14. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И. и др. Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Естественные и инженерные науки. 2017. Т. 23. № 2. С. 7–16.

15. Сиберг Д. Цифровая диета. Как победить зависимость от гаджетов и технологий. М., 2015. 208 с.
16. Солженицын А. Архипелаг ГУЛАГ. М., 2017. 1279 с.
17. Стафеев С.К., Осипенко Л.Е., Муромцев Д.И. Онтологический дизайн инженерной ШТЕМ-азбуки // Компьютерные инструменты в школе. 2018. № 1. С. 16–21.
18. Шваб К. Технологии четвертой промышленной революции. М., 2018. 417 с.
19. Эйден Э., Мишель Ж.Б. Незведанная территория: Как «большие данные» помогают раскрывать тайны прошлого и предсказывать будущее нашей культуры / пер. с англ. П. Миронова. М., 2016. 351 с.
20. Ben-Haim Y. Why the best engineers should study humanities // International Journal of Mechanical Engineering Education. 2000. Vol. 28. Iss. 3. P. 195–200.
21. Engineering [Электронный ресурс] // ENCYCLOPEDIA BRITANNICA: [сайт]. URL: <https://www.britannica.com/technology/engineering> (дата обращения: 11.06.2018).
22. Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development [Электронный ресурс]. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf> (дата обращения: 11.06.2018).
23. Lange C. Ontologies and Languages for Representing Mathematical Knowledge on the Semantic Web [Электронный ресурс]. URL: http://www.semantic-web-journal.net/sites/default/files/swj122_3.pdf (дата обращения: 11.06.2018).
24. What is Engineering? The Definition [Электронный ресурс] // What is Engineering: [сайт]. URL: <http://whatisengineering.com> (дата обращения: 11.06.2018).

REFERENCES

1. Aigunova O.A., Osipenko L.E., Salikova E.M.V. [Design of applied mathematical problems, developing operative structures of thinking]. In: *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika* [Bulletin of Moscow Region State University. Series: Pedagogy], 2016, no. 3, pp. 43–52.
2. Sukharev A.Ya., Krutskikh V.E., eds. *Bol'shoi yuridicheskii slovar'* [The big legal dictionary]. Moscow, 2000. 1235 p.
3. Brokman J. *Chto my думаем о машинах, которые думают. Ведущие мировые ученые об искусственном интеллекте* [What we think about the machines that can think. Leading scientists about artificial intelligence]. Moscow, 2017. 548 p.
4. Zavorotny A. *S filosofskoi, intellektual'noi i lyuboi drugoi tochki zreniya chelovecheskoe obshchestvo ne gotovo k poyavleniyu iskusstvennogo intellekta* [From a philosophical, intellectual and any other point of view human society is not ready for the emergence of artificial intelligence]. Available at: <https://justpaste.it/55gd2> (accessed: 11.06.2018).
5. Kondrat'ev V., Lorents V. *Daesh' inzhiniring! Metodologiya organizatsii proektnogo biznesa* [Let the engineering be! Methodology of organizing the designing business]. Moscow, 2007. 568 p.
6. Madkhavan G. *Dumai kak inzhener. Kak prevrashchat' problemy v vozmozhnosti* [Think as an engineer. How to turn problems into opportunities]. Moscow, 2017. 256 p.
7. *Malyi entsiklopedicheskii slovar'. T. 2* [Small encyclopedic dictionary. Vol. 2]. Moscow, 1997. 554 p.
8. Nikolaev K. *Intellektual'nyi insult. Kak v mire robotov ostat'sya chelovekom i ne poteryat' sebya* [Intellectual stroke. How to be a human-being in the world of robots and not lose oneself]. Moscow, 2016. 288 p.
9. Ozhegov S.I., Shvedova N.Yu. *Tolkovyi slovar' russkogo yazyka* [Explanatory dictionary of the Russian language]. Available at: http://www.lib.ru/DIC/OZHEGOW/ozhegow_e_1.txt (accessed: 11.06.2018).

10. O'Connor J., McDermott I. *Iskusstvo sistemnogo myshleniya. Neobkhodimye znaniya o sistemakh i tvorchestvom podkhode k resheniyu problem* [The art of systemic thinking. The necessary knowledge about systems and creative approach to solving problems]. Moscow, 2017. 256 p.
11. Osipenko L.E. [Integration of science, education and business in the format of scientific-practical teaching] In: *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of Novosibirsk State Pedagogical University], 2017, vol. 7, no. 6, pp. 8–16.
12. Prakhov B.G., Zenkin N.M. *Izobretatel'stvo i patentovedenie* [Invention and patent branch]. Kiev, 1981. 208 p.
13. Rouz D. *Budushchee veshchei: Kak skazka i fantastika stanovyatsya real'nost'yu* [Future of the things: How a fairy tale and fantasy have become reality]. Moscow, 2015. 344 p.
14. Rudskoy A.I., Borovkov A.I., Romanov P.I., Kiseleva K.N. [Analysis of the experience of the US and the UK in developing the STEM education]. In: *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Estestvennye i inzhenernye nauki* [Scientific-technical Bulletin of Saint-Petersburg State Polytechnic University. Natural and engineering science], 2017, vol. 23, no. 2, pp. 7–16.
15. Siberg D. *Tsifrovaya dieta. Kak pobedit' zavisimost' ot gadzhetov i tekhnologii* [The digital diet. How to overcome dependence on gadgets and technology]. Moscow, 2015. 208 p.
16. Solzhenitsyn A. *Arhipelag GULAG* [The GULAG archipelago]. Moscow, 2017. 1279 p.
17. Stafeev S.K., Osipenko L.E., Muromtsev D.I. [Ontological design of engineering SHTEM-the alphabet]. In: *Komp'yuternye instrumenty v shkole* [Computer tools at school], 2018, no. 1, pp. 16–21.
18. Shvab K. *Tekhnologii chetvertoi promyshlennoi revolyutsii* [Technology of the fourth industrial revolution]. Moscow, 2018. 417 p.
19. Eiden E., Mishel' J.B. *Neizvedannaya territoriya: Kak «bol'shie dannye» pomogayut raskryvat' tainy proshlogo i predskazyvat' budushchee nashei kul'tury* [Uncharted territory: How big data help to reveal the secrets of the past and predict the future of our culture]. Moscow, 2016. 351 p.
20. Ben-Haim Y. Why the best engineers should study humanities. In: *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 2000, vol. 28, iss. 3, pp. 195–200.
21. Engineering. In: *ENCYCLOPEDIA BRITANNICA*. Available at: <https://www.britannica.com/technology/engineering> (accessed: 11.06.2018).
22. Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development [Electronic source]. Available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf> (accessed: 11.06.2018).
23. Lange C. Ontologies and Languages for Representing Mathematical Knowledge on the Semantic Web. Available at: http://www.semantic-web-journal.net/sites/default/files/swj122_3.pdf (accessed: 11.06.2018).
24. What is Engineering? The Definition. In: *What is Engineering*. Available at: <http://whatisengineering.com/> (accessed: 11.06.2018).

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено в рамках гранта РГНФ №17-66-77003 «Педагогическое проектирование естественнонаучного и технологического образования, обеспечивающих формирование основ инженерной грамотности дошкольников и подростков».

ACKNOWLEDGEMENT

The study was performed under the grant RGNF №17-66-77003 “teaching design scientific and technological education that provides the Foundation of engineering literacy of pre-school children and adolescents».

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Осипенко Людмила Евгеньевна – доктор педагогических наук, профессор департамента педагогики Института педагогики и психологии образования Московского городского педагогического университета;
e-mail: l_osipenko@mail.ru

Лесин Сергей Михайлович – кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории исследования образовательной политики Управления стратегического развития Московского городского педагогического университета;
e-mail: smlesin@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Lyudmila E. Osipenko – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Pedagogy, the Institute of Educational Psychology and Pedagogy, Moscow City University;
e-mail: l_osipenko@mail.ru

Sergey M. Lesin – Candidate of Pedagogical Sciences, Leading researcher of the laboratory of educational policy research, the Department of strategic growth, Moscow City University;
e-mail: smlesin@gmail.com

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Осипенко Л.Е., Лесин С.М. Инжиниринг как модель для проектирования образовательных программ технологической и естественнонаучной направленности // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2018. № 3. С. 64–74.

DOI: 10.18384/2310-7219-2018-3-64-74

FOR CITATION

Osipenko L., Lesin S. Engineering as a model for designing educational programs of technological and natural sciences. In: *Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Pedagogics*, 2018, no. 3, pp. 64–74.

DOI: 10.18384/2310-7219-2018-3-64-74