

УДК 37.048.45:62
ББК 4420.053.6

ГСНТИ 14.01.11

Код ВАК 13.00.01

Надеева Ольга Геннадьевна,

кандидат педагогических наук, доцент, кафедра теории и методики обучения физике, технологии и мультимедийной дидактики, Уральский государственный педагогический университет; 620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 9а; e-mail: NadeevaO@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМИРОВАННОСТИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ О ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ К ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТНИКАМ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: профессиональное самоопределение; инженерная деятельность; исследование информированности старшеклассников.

АННОТАЦИЯ. В статье постулируется наличие дефицита инженерных кадров в промышленных регионах страны и раскрывается связь этой проблемы с профессиональным самоопределением школьников на инженерно-технические специальности. С целью изучения информированности старшеклассников о специфике инженерной деятельности, о профессиональных способностях и личностных качествах современного инженера применяется анкетирование учащихся 10–11 классов школ г. Екатеринбурга: МАОУ СОШ № 4, 134, 154 (всего 102 чел.). Обобщаются данные анкетирования: старшеклассники правильно понимают роль физики, математики, информатики и черчения в профессиональной деятельности инженерно-технических работников; большинство выпускников имеют далекое от реальности представление о требованиях к современному инженеру, о видах его деятельности на производстве с учетом специализации, об особенностях инженерного мышления. Для того чтобы выпускники школ осознанно выбирали профессии инженерно-технического направления, школьников надо как можно раньше погружать в различные виды деятельности, характерные для современного инженера. В частности, рекомендуется делать акцент на методы практической реализации технических идей: проектирование, конструирование, изобретательство, показывать школьникам важность развития у них физического, технического и проектного мышления при знакомстве с достижениями инженерной мысли на выставках технических инноваций. Отмечается, что результаты исследования будут полезны образовательным учреждениям при организации профильных классов технико-технологического направления или создании инженерных лицеев.

Nadeeva Olga Gennadyevna,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Department of Theory and Methods of Teaching Physics, Technology and Multimedia, Institute of Physics, Technology and Economics, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia.

RESEARCH OF THE KNOWLEDGE OF SENIOR PUPILS ABOUT THE PROFESSIONAL DEMANDS FOR THE TECHNICAL AND ENGINEERING EMPLOYEES

KEYWORDS: professional identity; engineering; research of awareness of senior pupils.

ABSTRACT. The lack of engineers in industrial regions of the country is discussed in the article and connection of this problem with professional self-determination of pupils for engineering professions is revealed. For the purpose of studying the knowledge of senior pupils about engineering work peculiarities, professional skills and personal qualities of the modern engineer, a survey was held among pupils of 10-11 grades of Ekaterinburg schools No. 4, 134, 154 (102 pupils took part in it). The results of the survey are presented in the article: senior pupils understand the role of physics, mathematics, information technologies and engineering drawing in professional activity of engineers; most of the graduates have some ideas, being far from reality, of the requirements to the modern engineer, of their work at the factory, and of the special aspects of engineering thinking. To stimulate senior pupils to choose engineering professions, pupils should be acquainted with different activities of the modern engineer as early as possible. In particular, it is recommended to place emphasis on methods of practical realization of technical ideas: design, designing, invention; to show pupils the importance of development of physical, technical and design thinking inviting them for the exhibitions of technical innovations. It is noted that the results of research will be useful for educational institutions, helping them create profile classes of the technical and technological specialty or establish engineering lyceums.

Инженерная деятельность как структурная форма технического творчества на основе синтеза науки и техники в настоящее время является предметом научного интереса во многих областях знания: философии, социологии, эвристики, психологии, кибернетики, педагогики и т. п.

Философия подвергает мировоззренческому анализу проблему сосуществования природы, человека и техники в современном мире [7; 9], исследует сущность и

структуру инженерной деятельности, инженерного мышления и знания [10]. Инженерная психология разрабатывает психологические основы конструирования техники, организации управления технологическим процессом, изучает проблемы взаимодействия в системе «человек – техника», исследует вопросы подбора и подготовки специалистов, обслуживающих определенный вид техники или использующих в своей трудовой деятельности сложные технические

устройства и многое другое. Социология исследует, в частности, проблемы профессионального выбора современными школьниками общеобразовательных учреждений профессий инженерно-технического направления, выяснением причин нежелания выпускников технических вузов работать по специальности и т. п. [1; 15].

Педагогическая наука, решая задачи обучения и воспитания молодого поколения, должна найти методы, средства и ресурсы, которые бы содействовали профессиональному самоопределению школьников на технические специальности и способствовали развитию инженерного мышления. Для этого у детей и подростков необходимо сформировать потребность в тех видах деятельности, которые характерны для инженерно-технических работников. Так как эта проблема сложна и многоаспектна, то и решаться она должна комплексно: охватывать все уровни образования от начальной школы до вуза и привлекать к сотрудничеству всех заинтересованных этим процессом участников – учащихся, педагогов, родителей, работодателей, инвесторов.

В комплексной программе «Уральская инженерная школа» на 2015–2034 гг., одобренной указом губернатора Свердловской области Е. В. Куйвашева, отмечено, что «в промышленном секторе Свердловской области наблюдается дефицит инженерных кадров», например, работников по специальности инженер-конструктор, инженер-технолог, наладчик станков с числовым программным управлением. В ней выделены и некоторые причины возникновения этой проблемы: нежелание выпускников технических вузов работать по специальности, разрыв в квалификационных требованиях работодателей и образовательных стандартах, на предприятиях не всегда созданы условия для реализации творческого потенциала молодых специалистов. Одновременно обозначена проблема качества образования. Знания выпускников средних школ Свердловской области по предметам естественно-научного цикла и математике не могут удовлетворять ни школьных учителей, ни преподавателей технических вузов (например, средние показатели сдачи по физике – 48 баллов, по математике – 46 баллов). Вследствие этого в программе спланирован «комплекс мероприятий по повышению мотивации обучающихся к изучению предметов естественно-научного цикла и последующему выбору рабочих профессий технического профиля и инженерных специальностей и повышению качества подготовки специалистов непосредственно в системе среднего профессионального и высшего образования» [4].

Как видно, акцент делается на профессиональное обучение будущего техника, технолога или инженера. Однако контингент поступающих в колледжи и техникумы обычно имеет невысокий образовательный уровень, а изучение школьных дисциплин, в частности, физики, осуществляется в сокращенном варианте (учебный материал 10–11 классов осваивается за один год). Поэтому говорить о повышении мотивации к изучению предметов естественно-научного цикла в этих общеобразовательных учреждениях преждевременно. Профессиональное самоопределение школьников обычно начинается в 8–9 классах, и после окончания основной школы ученики попадают в систему среднего профессионального образования или поступают в старшие классы средней школы, выбирая профиль обучения: физико-математический, информационно-математический, технологический, экономический и другие. Из этого понятно, почему первым направлением реализации комплексной программы указана довузовская подготовка, мероприятия которой будут осуществляться школьными учителями, педагогами дополнительного образования совместно с преподавателями технических и педагогических вузов. В частности – мероприятия, направленные на развитие у детей интереса к техническому образованию, инженерным дисциплинам, математике и предметам естественно-научного цикла, организация производственных экскурсий, подготовка школьников к сдаче итоговых аттестационных испытаний, в том числе в форме ЕГЭ.

Все это уже подтверждается участием педагогов в научно-практических конференциях, публикациями, посвященными профсамоопределению старшеклассников на инженерные специальности, формированию инженерного мышления, проектной деятельности школьников и т. п. [8; 14].

Инженерное дело является отраслью научно-технической деятельности, так как реализация ее целей – изобретение, разработка, создание, внедрение, ремонт, совершенствование или обслуживание материалов, техники или технологических процессов, технических устройств или сооружений – тесно переплетается с наукой, опираясь на постулаты фундаментальной науки и результаты прикладных исследований. Профессиональная деятельность инженерно-технических работников «является как бы связующим звеном между научными открытиями и разработками и их практическим применением. Они (инженеры) руководят производственными участками на промышленных предприятиях, на транспорте, в строительстве и других отраслях,

работают в конструкторских бюро и научно-исследовательских учреждениях, занимаются вопросами организации производства, планирования и экономики. Они проектируют технологии, промышленное оборудование, машины, участвуют в проектировании и развитии систем контроля производства, автоматизации производства, бизнесе, процессах управления. Они изучают причины ухудшения и сбоев производства, испытывают произведенную продукцию, определяют ее качество и т. д.» [3].

В характере работы инженера какой-либо отрасли отмечается возможность применения полученных знаний и умений в различных областях (в медицине, в промышленном производстве различных видов товаров, в агротехническом комплексе и т. п.). Современный инженер должен уметь использовать возможности информационно-коммуникационных технологий, программных продуктов, облегчающих и оптимизирующих его деятельность при выполнении поставленной задачи. Инженер может работать над проектами индивидуально или трудиться как в группе единомышленников, так и в группе инженеров разных специальностей, если изучение предложенного проекта потребует всестороннего подхода. Кроме того, как организатор или контролер инженер отвечает за определенный участок и, как следствие, несет ответственность за людей, технику, оборудование и процесс производства, за обеспечение условий для людей и техники в местности, где должно быть организовано производство.

Выпускники средних общеобразовательных школ, поступающие в технический вуз, должны представлять характер и условия работы инженера, которые во многом зависят от типа предприятия или организации, а также требования к его профессиональным знаниям, умениям, способностям и личностным качествам. С целью исследования информированности выпускников школ о профессиональных требованиях к инженерно-техническим работникам в феврале-апреле 2016 г. нами было проведено анкетирование старшеклассников (всего

102 чел.) трех муниципальных общеобразовательных учреждений г. Екатеринбурга: № 4 (11 кл., 38 чел.), № 134 (10 кл, 31 чел.; 11 кл., 18 чел.), № 154 (11 кл., 15 чел.).

Перед нами стояла задача выявить:

- понимают ли старшеклассники (10-11 кл.) значимость инженерно-технического образования в современном мире;
- каким специализациям инженерно-технических работников отдают предпочтения;
- какие школьные предметы считают наиболее важными овладения данными специализациями;
- представляют ли, какими способностями и качествами личности должен обладать будущий инженер;
- осознают ли способы и средства для их формирования в образовательной среде школы и в социуме.

К сожалению, даже среди студентов младших курсов технических вузов наблюдается недопонимание роли естественно-научного образования как средства формирования методологии познавательной деятельности в профессиональном образовании [12]. Как следствие, важно не только выявление факта значимости учебных предметов для будущего инженера, но и понимание цели применения знаний и умений в будущей профессиональной деятельности. По этой причине в анкете выпускникам школ предлагалось пояснить свой выбор.

В таблице 1 обобщены сведения о востребованности школьных учебных предметов для будущего инженера на основе выделения информации из статьи об инженерных видах деятельности [3].

Рейтинг предметов учитывался нами по первоочередности упоминания в тексте, а затем подсчитывались коэффициенты их значимости как отношение суммы рейтинговых баллов предмета к количеству инженерных специальностей, для овладения которыми он необходим. Чем меньше по величине полученный коэффициент, тем выше место данного предмета среди других школьных дисциплин.

Таблица 1

Востребованность знаний в профессии инженера

Параметр анализа	Рейтинг учебного предмета							
	Физика	Математика	Химия	Информатика	География	Черчение	Ин. язык	Биология
Коэффициент значимости предмета	1,4	1,8	3,1	3,4	3,8	3,1	5,0	4,0
Место школьного предмета	1	2	3	4	5	3	7	6

Из высокого рейтинга физики и математики, затем химии, черчения и информатики следует, что для становления инженера наиболее актуальны дисциплины естественно-

научного, математического и технологического цикла. Существующее многообразие инженерной деятельности группируется учеными на несколько основных видов инже-

нерных специальностей: инженеры-организаторы, менеджеры, инженеры-конструкторы, инженеры-технологи, инженеры-эксплуатационники, инженеры-исследователи, инженеры прочих функциональных подразделений [15]. Именно эти группы инженерных специальностей были представлены выпускникам средних школ в анкетах с целью выявления предпочтений одиннадцатиклассников и проведения сравнительного анализа их представлений о профессии и требований социума к ней.

Полученные данные свидетельствуют о следующем.

1. Более 90 % выпускников осознают, что профессия инженера современному обществу необходима.

2. Предпочтение по специализации (можно было выбирать несколько групп) отдано специальности инженера-организатора, менеджера (36 %) и инженера-конструктора (45 %). Вторыми по престижности стали инженеры-технологи (16 %) и инженеры-исследователи (25 %). Два других вида инженерной деятельности (инженеры-эксплуатационники, инженеры прочих функциональных подразделений) набрали менее 12 %.

3. Сравнительный анализ значимости школьных учебных предметов, знания и умения по которым важны для овладения профессией инженера, проведенный на основе изучения требований к специальности инженера и мнения выпускников средних школ, представлен в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ значимости школьных предметов

Школьный предмет	Физика	Математика	Химия	Черчение	Информатика	География	Биология	Ин. язык
Место школьного предмета (условно)								
По требованиям к специальности	1	2	3	3	4	5	6	7
По выбору школьников	2	1	9	3	4	12	14	8
Степень соответствия	+	+	-	+	+	-	-	+

По представленным данным соответствие наблюдается только в выборе пяти предметов – математики, физики, информатики, черчения и иностранного языка (отмечено знаком «+»).

Удивление вызывает низкий рейтинг среди учащихся химии, географии и нулевое значение в графе «биология». Знание биологии, например, необходимо для инженеров, работающих в агропромышленном комплексе, медицине, занимающихся исследованиями в области генной инженерии. Знание химии и географии также важно для большой группы инженерных специальностей, большое значение в содержании деятельности которых имеет соответственно материаловедение и фармакология, изучение почв и определение метеословий, планирование ландшафта в городе или размещения производственных мощностей в неосвоенных/необжитых местах в географии региона и т. п.

Тем не менее, высокий рейтинг предмета не всегда означает понимание выпускниками его главного значения для будущего инженера. Так, из 50 старшеклассников, попытавшихся пояснить выбор физики как необходимого предмета в инженерной деятельности, 14 чел. отводят ей роль средства для расчетов, 21 чел. постулируют «Надо знать» или «Важна для профессии» без какого-либо обоснования, и только 15 человек отметили, что при создании конструкций или технических устройств необходимо знание и учет физических законов. Выбор

предмета «Информатика» выпускниками как профильного предмета только подтверждает осознание ими роли средств ИКТ в профессиональной деятельности современного инженера (использование программного обеспечения при проведении инженерных расчетов, создание графических моделей, проектирование технических объектов и др.).

4. Из предыдущих рассуждений следует, что для успешного овладения инженерной специальностью учащемуся еще в школе необходимо к ней заранее готовиться, например, развивать у себя технические способности, техническое мышление, пространственное воображение.

Почти половина респондентов понимает значение активного включения в познавательную деятельность для овладения профессией инженера. Наиболее полезными они считают посещение кружков инженерно-технологического направления: моделирования и конструирования (14 %), рисования и черчения (10 %), программирования и робототехники (11 %).

Выполнение учебно-исследовательских проектов по профильным предметам отмечают важным 29 % обучающихся. Действительно, наше руководство учебными исследованиями студентов и школьников [5; 6] и опыт других педагогов [11] подтверждают, что в этом виде практики обучающиеся смогут овладеть проектировочными умениями, планированием деятельности, конструирования прибора или технического

устройства, исследования его характеристик, освоения новой технологии или нового технического средства и др.

Кроме того, 17 % старшеклассников полагают целесообразным посещение выставок (ИННОПРОМ, World skills expo и др.) для ознакомления с современными тенденциями развития техники и технологий, с техническими инновациями. «От успешности внедрения технических инноваций зависит будущее и нашей страны: останется ли Россия такой, какой она нам досталась от предыдущих поколений, – передовой технической державой – или превратится в сырьевой придаток других государств и потеряет свои огромные, но не бесконечные природные ресурсы, принадлежащие уже не нам, а нашим потомкам» [2, с. 5], – пишет в учебном пособии А. П. Усольцев, обращаясь к школьникам. И дополняет, что молодежь должна понимать важность технической модернизации производства, гордиться успехами своих соотечественников, внесших значительный вклад в развитие мирового технического прогресса.

Одновременно это означает, что к профессиональным качествам инженера надо относить не только профессиональные знания и умения, технические способности, но и личностные качества, позволяющие достичь поставленных позитивных целей, решать производственные проблемы. В любой области он должен действовать самостоятельно, инициативно, творчески, обладать силой воли, организаторскими способностями, чувством ответственности.

Наше исследование показало, что информированность старшеклассников о специфике инженерной деятельности в настоящий момент невысока, а их представления о требованиях к профессиональным и личностным качествам инженера далеки от реальности.

Из этого следует, что надо как можно раньше объяснять учащимся различие между учебной и научной, научной и производственной деятельностью, а для этого необходимо проводить комплексные экскурсии в соответствующие организации. Так, в апреле 2016 г. в институте физики, технологии и экономики была проведена подобная экскурсия для учащихся 7-10-х классов (МАОУ СОШ № 134 г. Екатеринбург) с целью ознакомления с особенностями научной деятельности. Для этого учащиеся сначала посетили лабораторию методики обу-

чения физике, в которой им демонстрировались различные физические явления с использованием учебного оборудования школьного кабинета физики. Затем экскурсанты переместились в научно-исследовательский центр «Расплав» кафедры общей и экспериментальной физики и математического моделирования. Там им показали установки для научных исследований и рассказали о методах изучения свойств веществ: об импульсно-фазовом методе измерения скорости ультразвука для определения физических характеристик исследуемой среды (бакалавр Е. Багласова) и об измерении плотности металлов и сплавов методом проникающего гамма-излучения (бакалавр Б. Русанов). Одновременно учащиеся получили информацию о реальной работе ученого-исследователя, стремящегося получить новые научные результаты и применить их на пользу, например, металлургической отрасли: модернизация установки, подготовка оборудования и материалов к проведению эксперимента, длительные (иногда многодневные) наблюдения, измерения и проведение расчетов. Затем заинтересовавшимся школьникам было предложено сотрудничество для выполнения проекта по физике.

Еще более значительные шаги в решении исследуемой проблемы – это организация в промышленных регионах страны средних образовательных учреждений, в которых будет сформирована среда для развития школьников как будущих инженерно-технических работников. В качестве примера можно назвать проект введения инженерно-технологического профиля в МБОУ «Средняя школа № 97» Свердловского района г. Красноярск или создание инженерного лицея на базе МОУ СОШ № 22 г. Верхняя Пышма в Свердловской области.

Таким образом, работа с учащимися по формированию инженерного мышления, овладению видами деятельности, характерными для инженерно-технических работников должна осуществляться в общеобразовательных организациях в нескольких направлениях: информационном, теоретическом, практическом, производственном. И реализоваться она может только через педагогическую интеграцию – через взаимодействие и взаимопомощь всех образовательных структур, заинтересованных в решении данной проблемы, производителей и работодателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьев А. Л., Арефьев М. А. Об инженерно-техническом образовании в России. URL: http://www.socioprognoz.ru/files/File/publ/Inkzenerno_tehnicheskoe.pdf.
2. Игошев Б. М., Усольцев А. П. История технических инноваций : учеб. пособие. М. : ФЛИНТА : Наука, 2013.
3. Инженерные виды деятельности. URL: <http://www.kstu.kz/wp-content/uploads/proforient>.

4. Комплексная программа «Уральская инженерная школа» на 2015-2034 годы. К Указу Губернатора Свердловской области от 6 окт. 2014 г. N 453-УГ. URL : <http://docs.cntd.ru/document/422448790>.
5. Надеева О. Г. Многоцелевое использование учебного оборудования школьного кабинета физики : монография / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2011.
6. Надеева О. Г. Поиск темы проектной работы при организации исследовательской деятельности старшеклассников по физике // Преподавание естественных наук (биологии, физики, химии), математики и информатики в вузе и школе : мат-лы VII междунар. науч.-практ. конф., 29 окт. 2014 г., Томск / Томский гос. пед. ун-т. Томск, 2014.
7. Надеева О. Г. Прибор как методологический объект научного и учебного познания // Новые технологии и проблемы технических наук : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2014.
8. Надеева О. Г. Аверина С. Г. О формировании инженерного мышления в обучении физике // Формирование инженерного мышления в процессе обучения : мат-лы междунар. науч.-практ. конф., 7 апр. 2015 г., Екатеринбург / Урал. гос. пед. ун-т; отв. ред. Т. Н. Шамало. Екатеринбург : [б.и.], 2015. С. 141-146.
9. Некрасов С. И., Некрасова Н. А. Философия науки и техники: тематический словарь-справочник : учеб. пособие. Оrel, ОГУ, 2010.
10. Никитаев В. М. Инженерное мышление и инженерное знание (логико-методологический анализ) // Философия науки. Вып. 3: Проблемы анализа знания / М. : ИФ РАН, 1997. С. 152–168.
11. Поливанова К. Н. Проектная деятельность школьников : пособие для учителя. М. : Просвещение, 2011.
12. Сазонова З. С., Чечеткина Н. В. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования : учеб. пособие. М. : МАДИ(ГТУ), 2007.
13. Уваров С. Н., Кунина М. В. Основы творческо-конструкторской деятельности. М. : Академический проект, 2005.
14. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. О понятии «инженерное мышление» // Формирование инженерного мышления в процессе обучения : мат-лы междунар. научн.-практ. конф., 7-8 апр. 2015 г., Екатеринбург / Урал. гос. пед. ун-т; отв. ред. Т. Н. Шамало. Екатеринбург: [б. и.], 2015.
15. Формирование инженерной элиты индустриального региона: социологический анализ / под ред. Л. Н. Банниковой, Ю. Р. Вишневого. Екатеринбург : Урал. ун-т, 2013.

REFERENCES

1. Aref'ev A. L., Aref'ev M. A. Ob inzhenerno-tekhnicheskom obrazovanii v Rossii. URL: http://www.socioprognoz.ru/files/File/publ/Inkzenerno_tekhnicheskoe.pdf.
2. Igoshev B. M., Usol'tsev A. P. Istoriya tekhnicheskikh innovatsiy : ucheb. posobie. M. : FLINTA : Nauka, 2013.
3. Inzhenernye vidy deyatel'nosti. URL: <http://www.kstu.kz/wp-content/uploads/proforient>.
4. Kompleksnaya programma «Ural'skaya inzhenernaya shkola» na 2015-2034 gody. K Ukazu Gubernatora Sverdlovskoy oblasti ot 6 okt. 2014 g. N 453-UG. URL : <http://docs.cntd.ru/document/422448790>.
5. Nadeeva O. G. Mnogotsel'noye ispol'zovanie uchebnogo oborudovaniya shkol'nogo kabineta fiziki : monografiya / Ural. gos. ped. un-t. Ekaterinburg, 2011.
6. Nadeeva O. G. Poisk temy proektnoy raboty pri organizatsii issledovatel'skoy deyatel'nosti starsheklassnikov po fizike // Prepodavanie estestvennykh nauk (biologii, fiziki, khimii), matematiki i informatiki v vuze i shkole : mat-ly VII mezhhdunar. nauch.-prakt. konf., 29 okt. 2014 g., Tomsk / Tomskiy gos. ped. un-t. Tomsk, 2014.
7. Nadeeva O. G. Pribor kak metodologicheskii ob"ekt nauchnogo i uchebnogo poznaniya // Novye tekhnologii i problemy tekhnicheskikh nauk : mat-ly Mezhhdunar. nauch.-prakt. konf. Krasnoyarsk, 2014.
8. Nadeeva O. G. Averina S. G. O formirovanii inzhenernogo myshleniya v obuchenii fizike // Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya : mat-ly mezhhdunar. nauch.-prakt. konf., 7 apr. 2015 g., Ekaterinburg / Ural. gos. ped. un-t; отв. red. T. N. Shamalo. Ekaterinburg : [b.i.], 2015. S. 141-146.
9. Nekrasov S. I., Nekrasova N. A. Filosofiya nauki i tekhniki: tematicheskii slovar'-spravochnik : ucheb. posobie. Orel, OGU, 2010.
10. Nikitaev V. M. Inzhenernoe myshlenie i inzhenernoe znanie (logiko-metodologicheskii analiz) // Filosofiya nauki. Vyp. 3: Problemy analiza znaniya / M. : IF RAN, 1997. S. 152–168.
11. Polivanova K. N. Proektnaya deyatel'nost' shkol'nikov : posobie dlya uchitelya. M. : Prosveshchenie, 2011.
12. Sazonova Z. S., Chechetkina N. V. Razvitie inzhenernogo myshleniya – osnova povysheniya kachestva obrazovaniya : ucheb. posobie / MADIGTU. M. : 2007.
13. Uvarov S. N., Kunina M. V. Osnovy tvorchesko-konstruktorskoy deyatel'nosti. M. : Akademicheskii projekt, 2005.
14. Usol'tsev A. P., Shamalo T. N. O ponyatii «inzhenernoe myshlenie» // Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya : mat-ly mezhhdunar. nauchn.-prakt. konf., 7-8 apr. 2015 g., Ekaterinburg / Ural. gos. ped. un-t; отв. red. T. N. Shamalo. Ekaterinburg: [b. i.], 2015.
15. Formirovanie inzhenernoy elity industrial'nogo regiona: sotsiologicheskii analiz / pod red. L. N. Bannikovoy, Yu. R. Vishnevsogo. Ekaterinburg : Ural. un-t, 2013.

Статью рекомендует д-р пед. наук, проф. А. П. Усольцев.