

АНАЛИЗ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРНОГО ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА В ПРАКТИКЕ РОССИЙСКОГО И МЕЖДУНАРОДНОГО ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Денчук Д.С., Замятина О.М., Минин М.Г., Садченко В.О.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия (634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30), e-mail: eds@tpu.ru

В статье представлен обзор российских образовательных стандартов, требований зарубежных аккредитационных агентств и планируемых результатов обучения у студентов, обучающихся по техническим специальностям, для выявления основы формирования компетенций по инженерному изобретательству. Авторами проводится сравнение компетенций выпускников российских технических ВУзов (согласно ФГОС-3) и требований международных аккредитационных агентств и организаций (CDIO, ABET, FEANI, EMF, APEC, Washington Accord). При сравнении различных образовательных стандартов и планируемых результатов обучения было выявлено, что в российских вузах уделяется не достаточное внимание развитию компетенции изобретательства. С целью определения отличий в системе существующих международных моделей подготовки и системы отечественного высшего образования по подготовке будущих инженеров авторами был проведен сравнительный анализ компетентностных требований к выпускникам вузов в области техники и технологий. Для проведения данного анализа международных требований и российских стандартов инженерного образования были выделены критерии АИОР и следующие международные системы оценки качества образования: Washington Accord, как первая и наиболее устоявшаяся в своих положениях американская система национального инженерного образования; международная организация FEANI, как модель европейской системы, которая допускает различные траектории, ведущие к получению профессионального статуса «Европейского инженера»; CDIO, как сравнительно новая концепция в разработке единых требований в компетентностном подходе к инженерному образованию по американской и европейской моделям.

Ключевые слова: международные образовательные стандарты, инженерное изобретательство, компетенции, планируемые результаты обучения.

ANALYSIS OF ENGINEERING COMPETENCIES IN STANDARDS AND PROGRAMMES OF ENGINEERING UNIVERSITIES

Denchuk D.S., Zamyatina O.M., Minin M.G., Sadchenko V.O.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, street Lenina, 30), e-mail: eds@tpu.ru

The article provides an overview of Russian and international educational standards and expected learning outcomes for students of engineering majors in order to identify the principles of shaping their engineering invention competencies. The authors compare the requirements to competencies of Russian engineering university graduates (according to FGOS-3) and the requirements of international accreditation agencies and organizations (CDIO, ABET, FEANI, EMF, APEC, Washington Accord). The comparison of different educational standards and expected learning outcomes revealed that Russian universities pay insufficient attention to developing engineering competencies. The following standards were selected to perform a comparative assessment of the international and Russian engineering education standards according to AEER: the Washington Accord as an American national engineering education system that is the first and the most established in its positions; the FEANI international organization as a European system model that allows for different pathways leading to receiving the professional status of a European Engineer; and the CDIO Initiative as a new concept of developing unified requirements to the competence-based approach to engineering education according to the American and the European models.

Keywords: international educational standards, engineering invention, competencies, expected learning outcomes.

В работах [7,8] показано, что уровень изобретательской активности в России снизился в разы по сравнению с советским периодом, и у российской экономики этот показатель ниже, чем в развитых экономических странах.

Последние десятилетия российская экономика является сырьевой, и для перехода на уровень высокотехнологической экономики требуется развитие науки и техники, соответствующее мировому уровню. Современное состояние российской экономики, стремительное развитие инновационного сектора и производства требуют пристального внимания со стороны университетов при подготовке будущих инженеров.

Данная статья представляет результаты исследования текущей ситуации в образовательной сфере как одной из основных ступеней формирования компетенций в части инженерного изобретательства. Высшее техническое образование в настоящее время является основным механизмом подготовки инженерных кадров, способных к развитию техники и технологий. Реформирование системы российского образования, переход на двухуровневую систему обучения в вузе (бакалавриат, магистратура) – все это ставит университеты перед необходимостью изменять систему обучения, форматы образования, формулировать новые образовательные цели и результаты обучения, что позволит готовить инженеров, отвечающих потребностям работодателей и способных к комплексной инженерной деятельности.

Целью работы является анализ различных образовательных стандартов и планируемых результатов обучения студентов по техническим специальностям для выявления основы формирования у студентов компетенций по инженерному изобретательству. В работе были рассмотрены основные российские стандарты: Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) и Ассоциация инженерного образования России (АИОР) и зарубежные – Conceive – Design – Implement – Operate (CDIO), Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), Federation Europeenne des Associations Nationales d' Ingenieurs (FENAE), Engineers Mobility Forum (EMF), APEC Engineer Register (APEC), Washington Accord (WA).

Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Уточнить определения предметной области, используемые в работе: «компетенция», «компетентность», «изобретательство» и «инженерное изобретательство».
2. Исходя из определения «инженерного изобретательства», проанализировать основные российские: ФГОС и АИОР и зарубежные: CDIO, ABET, FENAE, WA, образовательные стандарты на наличие компетенций и результатов обучения в части соответствия развитию инженерного изобретательства.
3. Предложить перечень результатов обучения, необходимых для развития инженерного изобретательства (ИИ) у студентов технических вузов.

Основные определения

ФГОС-3 определяет понятие *компетенции*, как способности применять знания, умения, навыки и личностные качества для успешной деятельности в различных проблемных профессиональных либо жизненных ситуациях; в свою очередь, *компетентность* – уровень владения совокупностью компетенций, отражающий степень готовности выпускника к применению знаний, умений, навыков и сформированных на их основе компетенций для успешной деятельности в определенной области [8,16].

Под *изобретательством* будем понимать творческий процесс, приводящий к новому решению задачи в любой области человеческого знания, дающий положительный эффект. Один из высших уровней ментальной деятельности человека, позволяющий создавать на основе существующих знаний принципиально новые [4].

Уточним понятие *инженерного изобретательства* как комплексной профессиональной деятельности инженера с использованием техники и технологий с опорой на научное знание, включающей в себя креативное мышление для создания или улучшения инженерных решений.

Рассмотрев определения компетенции, компетентности, изобретательства и инженерного изобретательства, перейдем к анализу российских и мировых стандартов инженерного образования с точки зрения определения в них составляющих инженерного изобретательства, которое является одним из важнейших элементов подготовки современных и высокопрофессиональных инженерных кадров России.

Анализ компетенций инженерного изобретательства в практике отечественного и международного высшего профессионального образования

В рамках исследования были выбраны российские стандарты ФГОС и АИОР и зарубежные – CDIO, ABET, FEANI, EMF, APES, WA, так как именно они чаще всего рассматриваются и являются лидерами в области инженерного образования [6,4]. Все организации, разрабатывающие стандарты инженерного образования, можно разделить по географической позиции на: *американские (США), российские и европейские образовательные стандарты*.

Широко представлена *американская модель* разработки стандартов и оценки качества инженерного образования, потому что данная модель исторически появилась ранее других и отвечает запросам, предъявляемым к инженерам.

Согласно структуре американской модели подготовки будущих инженеров, международное признание качества образовательных программ и квалификаций инженеров (Professional Engineer) обеспечивается в два этапа. На первом этапе формируется договорная система взаимного признания национальных критериев, проводится процедура аккредитации образовательных программ, в рамках *Вашингтонского соглашения* (WA, 1989 год), и

согласования требований к компетенциям инженеров, которые ведутся в рамках *Форума мобильности инженеров* (EMF, 1997 год) [14; 15].

Другой стороной реализации американской модели является профессиональное признание квалификаций инженеров через их сертификацию и регистрацию. Эта процедура осуществляется неправительственными профессиональными организациями – инженерными советами, имеющими в своем составе органы по аккредитации образовательных программ и сертификации специалистов. Среди таких организаций следует выделить мирового лидера в области разработок новых критериев, процедур и методов оценки качества образовательных программ *ABET* (США) [11].

Достаточно новым трендом в разработке стандартов является концепция *CDIO*, разработанная в Массачусетском технологическом институте (США) в сотрудничестве с европейскими университетами.

CDIO представляет собой концепцию подготовки бакалавров по инженерным направлениям и содержит перечень компетенций бакалавров в области техники и технологий, которые планируется сформировать в результате освоения соответствующих образовательных программ в университете (*CDIO Syllabus*), а также 12 стандартов, описывающих формы, содержание и обеспечение учебного процесса с акцентом на проектно-организованное обучение и использование активных методов в образовательном процессе [ссылка на сайт *CDIO*].

CDIO Syllabus делит все компетенции на 4 раздела: дисциплинарные знания и основы (I), профессиональные компетенции и личностные качества (II), межличностные умения: работа в команде и коммуникация (III), планирование, проектирование, производство и применение продукции (систем) в контексте предприятия, общества и окружающей среды (IV). В процессе анализа *CDIO Syllabus* и согласно определению инженерного изобретательства были определены компетенции инженерного изобретательства (ИИ), представленные в таблице 1.

Таблица 1

Перечень компетенций инженерного изобретательства согласно *CDIO*

CDIO Syllabus			
Раздел I	Раздел II	Раздел III	Раздел IV
ключевые и углубленные знания инженерного дела, методов и инструментария	- аналитическое обоснование и решение проблем; - экспериментирование, исследование и приобретение знаний; - системное мышление; позиция мышление и познание	работа в команде	- проектирование; - производство; - применение

В CDIO Syllabus общий список компетенций содержит 19 позиций, из которых 9 (47,4 %) компетенций можно связать с развитием ИИ у студентов. Процентное соотношение компетенций ИИ в разделах CDIO Syllabus приведено на рисунке 1.

Соотношение компетенций ИИ в разделах CDIO Syllabus

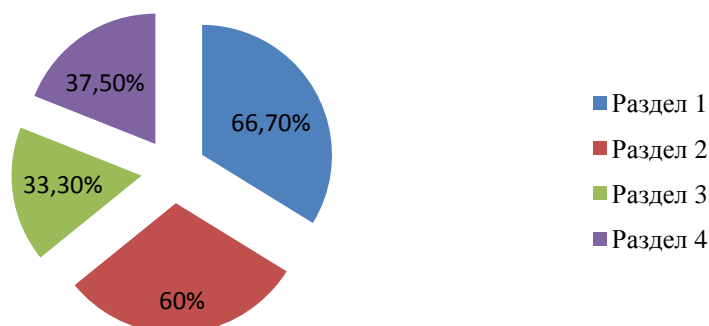


Рис. 1. Соотношение компетенций ИИ в разделах CDIO Syllabus

Европейские стандарты имеют существенные различия в системах высшего образования и в области законодательства, регулирующего профессиональную деятельность, несмотря на единую зону европейского образования в рамках Болонского процесса. Европейская международная организация *FEANI* является федерацией европейских инженерных организаций, которая допускает различные траектории, ведущие к получению профессионального статуса «Европейского инженера» (European Engineer, EurIng) [12].

В 2006 г. при поддержке Еврокомиссии осуществлен проект EUR-ACE (European Accredited Engineer), целью которого было создание общеевропейской системы гарантии качества инженерного образования в соответствии с европейскими стандартами [12]. В рамках этого сформулированы общие требования к оценке образовательных программ подготовки специалистов в области техники и технологий стран Европы и Вашингтонского соглашения. В результате данного проекта главным условием внесения в регистр «Европейских инженеров» становится обучение по программе, аккредитованной в соответствии со стандартами EUR-ACE.

Болонский процесс формирования единой зоны высшего образования в Европе, участником которого с 2003 года стала Россия, предполагает согласование требований к качеству образования и подготовке специалистов, в том числе за счет создания единой системы критериев оценки качества, аккредитации образовательных программ и сертификации специалистов.

Российские стандарты, как уже выше отмечалось, инженерное образование на уровне государственного регулирования осуществляется на основе системы *ФГОС*, которая

устанавливает требования к обязательному минимуму содержания основных образовательных программ и к условиям их реализации; сроки их освоения; максимальный объем учебной нагрузки студентов в часах. На основе требований ФГОС формируется и поддерживается единое образовательное пространство на территории всей страны. Положительным моментом на современном этапе развития инженерного образования является включение в содержание государственных стандартов дополнительных требований, формируемых на основе запросов таких национальных и международных общественных профессиональных организаций, как Washington Accord, а также удовлетворение критериев международной сертификации профессиональных инженеров со стороны FEANI, EMF и др.

В настоящее время в России общественно-профессиональная аккредитация образовательных программ проводится *АИОР*. С сентября 2004 года АИОР участвует в выполнении проекта EUR-ACE [3]. Таким образом, у российских вузов впервые появилась возможность наряду с национальной общественно-профессиональной аккредитацией инженерных программ получить международный сертификат качества европейского образца, а у выпускников, окончивших аккредитованные АИОР по стандартам EUR-ACE образовательные программы – возможность получить в перспективе статус Европейского инженера с включением в регистр Европейских инженеров FEANI.

С 2012 года АИОР стала полноправным членом Washington Accord. АИОР и два технических университета – ТПУ (Томский политехнический университет) и ЮФУ (Южный федеральный университет) сотрудничают с АВЕТ в области международной общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ. Так, членство АИОР в Washington Accord дает возможность будущим инженерам, обучающимся в вузах по аккредитованным в АИОР программам, получить признание профессионального инженерного образования во всех странах-членах WA.

С целью выделения общих тенденций и возможных различий в разработке единых требований к структуре образования с присвоением квалификации профессионального инженера проведем анализ структуры системы образования по американской, европейской и российским моделям. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика системы образования профессиональных инженеров в рамках американской, европейской и российской моделей

	Американская модель	Европейская модель	Российская модель
	по стандарту EMF для стран WA	По стандарту FEANI	Государственное регулирование
Уровень систем образования	Двухуровневая: бакалавр (магистр) -	Двухуровневая: бакалавр (магистр) –	Двухуровневая: Бакалавр – магистр

	«профессиональный инженер»	«европейский инженер»	(специалист)
Срок довузовского образования	12 лет	11-12 лет	11 лет
Сроки обучения – академическая степень: бакалавр	4 года	3 года	4 года
Сроки обучения – академическая степень: магистр	От 1 до 3-х лет	2 года	2 года
Профессиональное звание инженера	От 3-х до 7 лет практической работы после бакалавра	4 года практической работы после бакалавра или 2 года магистратуры + 2 года практической работы	Россия не имеет национальной системы сертификации «профессиональных инженеров»
Международное профессиональное звание инженера (IntPE)	Практическая деятельность не менее 7 лет, при этом обязательно 2 года на руководящей должности	-	-

Исходя из полученных данных таблицы 2, можно отметить, что общей чертой в системе образования американской, европейской и российской моделях получения полного высшего образования является двухуровневая система. Но кардинальные отличия этих систем состоят в том, что в американской и европейской моделях первый уровень соответствует присвоению академической степени «бакалавр» или «магистр», второй – сертификации профессионального инженера. В России этот процесс предусматривает присвоение профессиональной квалификации «инженер», который делится на два этапа получения высшего профессионального образования.

Общий срок обучения также имеет ряд отличий: наиболее продолжительный период окончания вуза наблюдается в американской системе высшего образования. С переходом европейских стран на единую Болонскую систему высшего образования срок обучения в вузе сократился по сравнению с российской системой высшего образования на 1 год, что и составляет наименьший период обучения в сравнительном анализе трех представленных систем.

Второй этап профессионального образования специалистов инженерной деятельности согласно американской и европейской моделям характеризуется наличием системы получения профессионального звания инженер на основе прохождения успешной практической деятельности по специальности и без ограничений по степени образования

бакалавр или магистр. Как показано в таблице 1, этот факт предусматривает, в свою очередь, ряд отличий в вариациях достижения конечной цели получения профессионального звания инженер. Так, по стандартам американской модели в рамках деятельности EMF присвоение профессионального звания инженера может быть только на основе практической деятельности от 3 до 7 лет. По стандартам европейской модели в рамках деятельности FEANI – как на основе практической деятельности до 4 лет, так и в сочетании обучения 2-х лет в магистратуре и 2-х лет практической инженерной деятельности.

Относительно ситуации присвоения профессионального звания инженера в России на уровне международных стандартов, получим исчерпывающую характеристику данной ситуации в работе А.И. Чучалина [10]. В исследовании автор отмечает, что «после присоединения России к Washington Accord признание получают лишь аккредитованные в Аккредитационном центре АИОР 5-летние программы подготовки «дипломированных специалистов», поскольку 4-летних программ подготовки бакалавров, ориентированных на практическую инженерную деятельность и отвечающих требованиям WA, в вузах России пока не существует. Кроме того, проблемой является 11-летняя средняя школа в России (во всех развитых странах мира – не менее 12 лет), сокращающая на один год общий срок обучения до начала занятия инженерной деятельностью (по стандартам WA требуется не менее 16 лет). Мировое признание российских инженеров по линии EMF будет возможно после создания в нашей стране системы регистрации и сертификации профессиональных инженеров, аналогичной существующим в странах-участниках EMF».

Добавим, что на сегодняшний момент «стандартов» высшего образования, таких как ФГОС ВПО, в мире не существует. Существуют некоторые требования, которые часто фиксируются в документах международных профессиональных инженерных организаций и которые можно считать некими «стандартами».

С целью определения отличий в системе существующих международных моделей и проектов и системы отечественно высшего образования по подготовке будущих инженеров проведем сравнительный анализ компетентностных требований к выпускникам вузов в области техники и технологий. Для проведения сравнительной оценки международных и российских стандартов инженерного образования по АИОР выделим следующие стандарты: Washington Accord как первую и наиболее устоявшуюся в своих положениях американскую систему национального инженерного образования; международную организацию FEANI как модель европейской системы, которая допускает различные траектории, ведущие к получению профессионального статуса «Европейского инженера»; CDIO как новую концепцию в разработке единых требований в компетентностном подходе к инженерному образованию по американской и европейской моделям.

Таблица 3

Сравнительный анализ требований к компетенциям выпускников программ подготовки инженеров в рамках Washington Accord, CDIO, FEANI, АИОР

Требования Washington Accord (США)	CDIO (США)	Требования FEANI (Европа)	Требования АИОР (Россия)
1	2	3	4
	1. Дисциплинарные знания и основы инжиниринга		1. Профессиональные компетенции
1) знания инженерных наук	1.1. Базовые знания математики и естественных наук	1) понимание сущности профессии инженера	1.1. Фундаментальные знания
2) анализ инженерных задач	1.2. Базовые знания основ инженерного дела.	2) наличие высокого уровня понимания принципов инженерии	1.2. Инженерный анализ
3) проектирование и разработка инженерных решений	1.3. Передовые знания основ инженерного дела, методов и инструментов.	3) общие знания об инженерной деятельности в области специализации и характера современного производства	1.3. Инженерное проектирование
	2. Профессиональное мастерство и личностные качества		
4) исследования комплексных инженерных задач	2.1. Аналитическое обоснование и решение проблем	4) способность применять теоретические и практические методы к решению инженерных проблем	1.4. Исследования
5) использование современного инструментария	2.2. Экспериментирование, исследования и приобретение знаний	5) умение использовать перспективные технологии	1.5. Инженерная практика
6) индивидуальная и командная работа	2.3. Системное мышление	6) знание инженерной экономики	1.6. Ориентация на работодателя
			2. Универсальные компетенции
7) коммуникация	2.4. Позиция, мышление и познание	7) умение работать в команде	2.1. Проектный и финансовый менеджмент
8) инженер и общество (понимание различных аспектов инженерной	2.5. Этика, беспристрастность и другие виды ответственности	8) способность быть лидером, включая административные, технические, финансовые и личностные аспекты	2.2. Коммуникации

деятельности)			
	3. Межличностные компетенции: работа в команде и коммуникации		
9) этика	3.1. Работа в команде	9) коммуникативные навыки	2.3. Индивидуальная и командная работа
10) экология	3.2. Коммуникации	10) <i>знание</i> стандартов и правил специализации	2.4. Профессиональная этика
11) проектный менеджмент и финансы	3.3. Коммуникации на иностранных языках	11) следование постоянно развивающимся техническим изменениям и творческий поиск в рамках профессии	2.5. Социальная ответственность
	Планирование, проектирование, производство и применение продукции		
12) обучение в течение всей жизни	4.1. Социальный и экологический	12) свободное владение европейскими языками	2.6. Обучение в течение всей жизни
	4.2. Предпринимательский и деловой контекст		
	4.3. Планирование, системный инжиниринг и менеджмент		
	4.4. Проектирование		
	4.5. Производство		
	4.6. Применение		

1.1.	О																	
1.2.		О																
1.3.			О															
1.4.				О														
1.5.					О													
1.6.						О												
2.1.								О										
2.2.									О									
2.3.										О								
2.4.											О							
2.5.													О					
2.6.																	О	

Согласно полученным результатам таблицы 5 мы не имеем точных совпадений по приоритету развития компетентностных качеств у выпускников инженерных специальностей по стандартам требований FEANI и Критерия 5 АИОР.

Таблица 6

Уровень совпадения приведенных требований CDIO и Критерия 5 АИОР

CDIO \ Критерия 5 АИОР	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
1.1.	X	X	X														
1.2.				О		О								О			
1.3.															X		
1.4.				О	X												
1.5.			О											О	О	О	О
1.6.														О	О	О	О
2.1.													X				
2.2.										X	X						
2.3.									X								
2.4.								X									
2.5.												X					
2.6.							О										

Из таблицы 6 следует, что полное совпадение требований CDIO и Критерия 5 АИОР имеет место по большинству позиций: в части фундаментальной естественнонаучной, математической и общеинженерной подготовки будущих инженеров, их компетенций в области проектирования, исследовательской работы, проектного и финансового менеджмента, коммуникаций, индивидуальной и командной работы, профессиональной этики и социальной ответственности.

Выводы. Сравнительный анализ степени совпадения приведенных требований Washington Accord и Критерия 5 АИОР показал, что российские стандарты в большей

степени ориентированы на систему Washington Accord и CDIO, что выражается в степени совпадений в компетентностном подходе к наличию единых требований в подготовке будущих инженеров, а также разделении компетенций на уровни. Это свидетельствует о большей близости компетентностного подхода в образовании будущих российских инженеров к американской модели.

Таким образом, исходя из сложившейся на сегодняшний день ситуации в развитии международных профессиональных и экономических отношений, а также территориальной близости России к Европейской зоне, необходимо использовать уже имеющуюся более реальную возможность для получения выпускнику российского вуза в перспективе статуса Европейского инженера с включением его данных в регистр Европейских инженеров FEANI.

Для этого необходимо в дальнейшем при создании в России международной адаптированной системы аккредитации образовательных программ в области техники и технологий больше внимания уделять соответствию стандартам европейской модели в общей системе высшего образования в рамках Болонского процесса по подготовке будущих инженеров.

Список литературы

1. Федеральный закон № 232-ФЗ.
2. Федеральный закон № 309-ФЗ.
3. Ассоциация инженерного образования России // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aeer.ru>
4. Чучалин А., Боев О., Криушова А. Качество инженерного образования: мировые тенденции в терминах компетенции // Высшее образование в России. – 2006. – № 8. – С.9-17.
5. БСЭ. – 1969 – 1978. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Изобретательство/>
6. Вровень с сильными. АИОР – полноправный член Вашингтонского соглашения // Поиск. Еженедельная газета научного сообщества. Раздел: Международное сотрудничество. № 36 (2012) // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.poisknews.ru/theme/international/4078/>
7. Замятина О.М., Солодовникова О.М., Садченко В.О. Образовательная среда, как способ мотивации студентов к изобретательской деятельности // Психология обучения. – 2014. – № 7. – С. 14-23.

8. Замятина О.М., Чернов А.В., Садченко В.О. Разработка и реализация образовательного модуля «Инженерное изобретательство» в рамках программы элитного технического образования Томского политехнического университета // Изобретательство. – 2014. – № 3. – С. 14-19.
9. Калиновская Т.Г., Косолапова С.А., Косолапов А.И. Компетентностный подход к подготовке инженеров // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 10. – С. 45-48.
10. Похолков Ю.П., Рожкова С.В., Толкачева К.К. Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути их решения // Проблемы управления в социальных системах. – 2012. – Т. 4. – Вып. 7. – С. 6-14.
11. Похолков Ю.П. Общественно-профессиональная аккредитация образовательных программ. Кому и зачем она нужна? // Журнал «Инженерное образование». – 2010. – № 6. – С. 50-57.
12. Соснин Н.В., Почекутов С.И. Модель инженерной подготовки и образовательные стандарты нового поколения // Журнал «Инженерное образование». Тема номера: Инженер-XXI: знать больше, уметь лучше. Опережающая подготовка элитных специалистов. – 2007. – Вып. 7. – С. 76-83.
13. Федеральные государственные образовательные стандарты // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/336>.
14. Чучалин А.И., Гашева Ю.В. Конгресс международного инженерного альянса (июнь 2013, г. Сеул, Республика Корея) // Журнал «Инженерное образование». – 2013. – № 12. – С. 90-95.
15. Чучалин А.И. Модернизация бакалавриата в области техники и технологий с учетом международных стандартов инженерного образования // Высшее образование в России. – 2011. – № 10. – С. 20-29.
16. Чучалин А.И. Американская и болонская модели инженера: сравнительный анализ компетенции [Текст] / А. И. Чучалин // Вопросы образования. – 2007. – № 1. – С. 84-93.
17. Accreditation Board for Engineering and Technology // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.abet.org>. (дата обращения).
18. European Federation of National Engineering Associations // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.feani.org>. (дата обращения).
19. EUR-ACE (European Accredited Engineer) // [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.feani.org/EUR_ACE/EUR_ACE_Main_Page.htm (дата обращения).
20. Engineers Mobility Forum // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ipenz.org.nz>(дата обращения).

21. Zamyatina O.M., Solodovnikova, Denchuk D.S. Formation and analysis of competencies in elite engineering specialists. 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning. 2013, Articlenumber 6644606, pp. 389-392. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6644606&tag=1 (дата обращения).
22. Washington Accord // [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.washingtonaccord.org>. (дата обращения).

Рецензенты:

Соколова И.Ю., д.п.н., профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск;

Стародубцев В.А., д.п.н., профессор, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск.