

ИНЖЕНЕРНОЕ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО КАК ОСНОВНОЙ КОМПОНЕНТ ПОДГОТОВКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ

Замятина О.М.¹, Денчук Д.С.¹, Садченко В.О.¹

¹ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия (634050, г. Томск, пр-т Ленина, д. 30), e-mail: eds@tpu.ru

В статье рассматривается изобретательская активность в России и в мировом пространстве, современное ее состояние и влияние инновационной инженерной активности на экономику рассматриваемых стран в целом. Анализируются исторические предпосылки становления современного процесса изобретательства. Авторы исследуют возможность развития инженерного изобретательства в техническом вузе, а также создание специальной среды для научно-технического творчества в части проектно-организованного обучения студентов на примере программы элитного технического образования в Томском политехническом университете. После проведенного исследования авторами выявлено, что для успешного развития инженерного изобретательства в высшей школе надо использовать модель обучения, развивающую у студента творческий потенциал, неразрывно связанный со способностью генерировать новые идеи в области инженерии. Образовательная среда может стать основой для раскрытия творческих способностей личности студента.

Ключевые слова: инженерное изобретательство, научно-техническое творчество студентов, проектно-ориентированный подход.

ENGINEERING INVENTION AS MAIN COMPONENT OF TRAINING OF ENGINEERING SPECIALISTS

Zamyatina O.M.¹, Denchuk D.S.¹, Sadchenko V.O.¹

¹ National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, street Lenina, 30), e-mail: eds@tpu.ru

The article considers invention activity in Russia and worldwide, it is modern state and the impact of innovative engineering activity on the national economy of the considered countries. The article analyses the historical premises of modern engineering invention. The authors explore the development of engineering invention at technical university, the creation of particular environment for scientific and technical creativity of students on the example of Elite engineering education program at Tomsk Polytechnic University, Russia. It is revealed that for the successful development of engineering invention in higher education it is necessary to apply the learning model that develops the creative potential of a student, which is, in its turn, inseparably connected with the ability to generate new ideas in engineering sphere. The academic environment can become a basis for revealing the student creativity.

Keywords: engineering invention, scientific and technical creativity of students, project-oriented approach.

*Ученые изучают мир, какой он есть;
инженеры создают мир, которого раньше не было.*

Т. Карман

Авторами было проведено исследование в области инженерной педагогики, а именно в части проектно-организованного обучения технических специалистов на примере программы элитного технического образования Национального исследовательского Томского политехнического университета [1; 4; 5; 8-10; 13; 14]. При детальном и всестороннем изучении вопроса проектно-организованного обучения в техническом вузе

авторы столкнулись с тем, что говорить о проектной деятельности, не затрагивая вопроса научно-технического творчества студентов или инженерного изобретательства, как более высокой ступени, на данном этапе исследования является невозможным. Это первая обзорная статья авторов, посвященная этому вопросу.

Одной из важнейших составляющих инженерной профессии является инженерное изобретательство как способность решать технические задачи, внося что-то новое, используя инновационный подход. Современные тенденции инженерного образования выделяют способность к экспериментированию, исследованию в отдельный раздел компетенций выпускника технических направлений подготовки. Так, например, в концепции подготовки бакалавров по инженерным направлениям – CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate, Планировать – Проектировать – Производить – Применять) [9] все компетенции выпускника делятся на 4 раздела, причем 2-й раздел «Профессиональные компетенции и личностные качества» включает в себя такие результаты обучения, как *аналитическое обоснование и решение проблем, экспериментирование, исследование и приобретение знаний, системное мышление*.

В настоящее время инженерия представляет собой не только способность применять на практике уже известные решения, но и в большей мере умение творить, создавая то, чего раньше не было. Перед тем как рассмотреть современное состояние инженерного изобретательства, рассмотрим этапы его становления.

Исторический аспект изобретательства

Всю историю человечество изобретало, пыталось улучшить свою жизнь и заглянуть за грань неведомого. В изобретательстве проявляется одно из главнейших отличий человека от других существ: способность к творчеству, разновидностью которого является научно-техническое изобретательство. Человек по природе своей любознателен, и это качество заставляло Колумба и Магеллана отправляться в опаснейшие путешествия, а Галилея наблюдать за небесными телами. Именно через творчество человек может раскрыть себя как личность, оставить свой след в истории, удовлетворить свою тягу к непознанному, увидеть то, чего никто не видел до него, дать ответ на вопрос, давно мучивший его сознание. Первые изобретатели известны нам с древних времен, их истории дошли до нас в мифах и сказаниях. Самая известная легенда о Дедале и Икаре [11], которая отражает древнейшую мечту человека о покорении воздушного пространства, и сам факт того, что это событие дошло до нас, дает понимание важности совершенной Дедалом попытки и значимости ее для осознания безграничных способностей человеческого разума.

На раннем этапе развития человеческой мысли ученому зачастую было достаточно лишь наблюдать за явлениями природы, что и в настоящее время не теряет своей

актуальности, однако, обрстая современными знаниями и достижениями, становится более плодотворным и открывает еще больше возможностей для дальнейшего развития. Множество открытий происходили случайно или являлись побочным результатом основного эксперимента. Предметный мир становился разнообразным, вместе с этим человек желал знать больше. Любопытство, жажда новых знаний и неведомого становились движущей силой прогресса. Кульминацией стала в Средневековье идея вечной жизни и молодости. Открытия первых элементов, существование теории стихий – отправная точка современного индустриального изобретательства. Энергия человеческой мысли впервые направляется на конкретные цели, имея при этом конкретные данные. Творчество обретает различные очертания: искусства, философии, религии, науки, культуры, образования.

Для современного изобретателя одних наблюдений недостаточно, поэтому все чаще отличительной чертой современного изобретательства становится научно-техническое творчество. Так, например, физик Франц Марк Грегуар очень увлекался рыбалкой, но его раскладная удочка, части которой плотно прилегали друг к другу и раздвигались с большим трудом, доставляла ему неудобства. Тогда Марк Грегуар нанес на удочку специальный полимер политетрафторэтилен – материал, обладающий хорошими антипригарными свойствами, и в результате она стала легко раскладываться. Только улов периодически пригорал на сковороде, и тогда жена изобретателя попросила мужа, чтобы он сделал с ее сковородкой то же, что и с удочкой. Изделие оказалось прекрасным по качеству, на него был получен патент. В 1956 году предприимчивый физик создал фирму «Тефаль», которая стала выпускать непригораемые сковороды [16].

Текущее состояние изобретательства в мире и России

Современный этап изобретательства – высшая форма научно-технического творчества.

Инженер в процессе изобретения не видит своей цели, но лишь благодаря отличительной черте человеческого сознания – воображению – он представляет конечный продукт своей интеллектуальной деятельности.

Структурными элементами инженерного творчества являются:

- наблюдательность и возможность использования нужных средств для решения задачи;
- междисциплинарность;
- отражение и осмысление технической потребности как проблемы технического прогресса;
- вынашивание новой технической идеи;
- разработка идеальной модели технического устройства;

- конструирование – переход от идеальной модели к созданию нового технического устройства на основе математических и технических расчетов.

Инженерное изобретательство является возможностью создания смелого будущего. Как область человеческой интеллектуальной деятельности, задачей которой является применение достижений науки, техники, использование законов и природных ресурсов для решения конкретных проблем, целей и задач человечества. Совокупность работ прикладного характера, включающая исследования и обоснования планируемых капиталовложений, необходимую лабораторную и экспериментальную доработку технологий и прототипов, их промышленную проработку, а также последующие услуги и консультации.

Именно высокотехнологичные изобретения двигают вперед техническое развитие экономики и выводят страну в новые сектора мирового рынка. Возможность отказаться от приоритета малоэффективной сырьевой экономики, которая в данный момент превалирует в России, и перейти на новый уровень экономического развития.

Классическим примером эффективной экономики, ориентированной на научно-технический прогресс, является Япония, более современный пример – Израиль. При полном отсутствии полезных ископаемых, которые возможно было бы продавать на экспорт, страны развиваются гигантскими темпами именно благодаря тому, что в свое время был выбран курс на развитие технологий, и сейчас занимают лидирующие позиции по количеству изобретений и производства. Ведь именно новые технологии дают независимость экономики страны от цен на нефть и от количества запасов полезных ископаемых на ее территории. В середине 30-х годов 32-й президент США Франклин Рузвельт занимал пост президента США рекордный срок – 4422 дня [14]. Он сказал: «Америка обязана своим богатством изобретателям», и при взгляде на современную экономику данное высказывание подтверждается, потому что самыми развитыми и успешными являются не те страны, у которых наибольшее количество природных ресурсов, а те, которые смогли долгосрочно спланировать свое развитие и выбрать курс на техническое развитие.

Проблема современного состояния инженерного изобретательства в России заключается в том, что количество научно-технических продуктов России на современном рынке является недостаточным, нет стимулирования этой части инженерной науки, не уделяется достаточное внимание этому в технических университетах при подготовке технических специалистов, что в результате не дает возможности нашей стране уйти от сырьевой экономики.

Ситуация в современной России с количеством регистрируемых патентов, а, соответственно, и с изобретениями при ближайшем рассмотрении весьма удручающая по сравнению с другими странами. Например, в Японии за последние 25 лет количество

патентов увеличено на 300 000 в год, в Китае решено удвоить количество патентов вдвое в ближайшие 5 лет, в России за последние 25 лет снизилось количество патентов на 120 000 в год (со 150 000 до 30 000 в год) (рис. 1). В США активно меняется направленность патентуемых решений - сдвинулась в сторону программных продуктов, нано- и биотехнологий.



Рис. 1. Тенденции развития изобретательской деятельности в Китае, России, США и Японии.

В мировом рейтинге инновационной активности Россия занимает 51 место из 133 стран (источник: The Global Competitiveness Report 2009–2010, World Economic Forum) [2].

Развитие изобретательства в России влияет и на промышленное производство, можно увидеть взаимосвязь между внедрением современных разработок на производство и уровнем экономического развития страны.

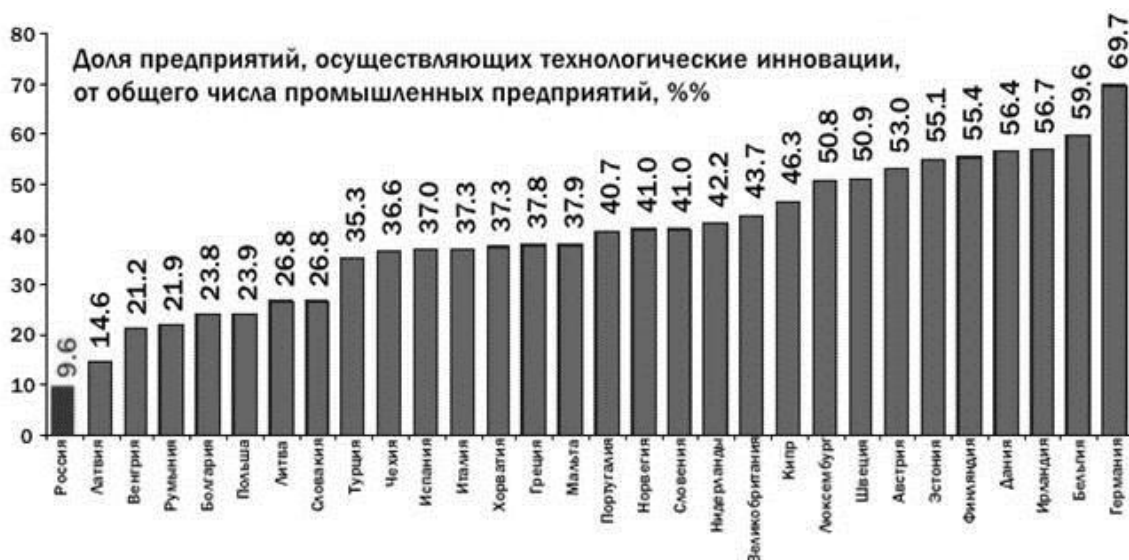


Рис. 2. Место России по объему внедрения технологических инноваций на промышленных предприятиях среди стран Европы.

На данный момент практических государственных сервисов и служб, поддерживающих современного изобретателя, немного, таким образом, возникает множество сложностей на стадии патентования изобретений, поиска прототипов, регистрации в «Роспатенте» и прочих. В связи с этими трудностями многие изобретения стали патентоваться в других странах, а еще чаще их покупают зарубежные фирмы, поэтому одной из причин медленного развития российской экономики является отток «умов» и патентов за рубеж. На полках в магазинах, особенно когда дело касается техники, бытовой химии, парфюмерии и прочих областей промышленности, требующих развитой промышленной базы, серьезных исследований и вложений, на рынке лидирует продукция иностранного производства. Заполненность российского рынка наглядно показывает уровень нашего производства и развития научно-технического изобретательства. Вся самая современная и наукоемкая техника для таких важнейших отраслей в современном мире, как медицина, промышленность, авиация и пр., производится и конструируется чаще всего не в нашей стране.

На данном этапе развития экономики России можно констатировать факт, что наличие богатейших запасов природных ресурсов, которые есть на территории нашего государства, позволяют их тратить без стратегического планирования. Главная проблема такого вектора экономики заключается в том, что практически все природные ресурсы относятся к невозобновляемым. С другой стороны, Россия является одной из крупнейших стран по количеству интеллектуальных ресурсов, у нашей страны есть огромный потенциал стать независимой от сырьевого рынка за счет внедрения новых технологий и перехода к реализации научно-технических идей, которые предлагают российские инженеры.

При правильном подходе к обучению, воспитанию и поддержке со стороны государства научно-технического творчества молодежи и инженерного изобретательства, при разработке определенной системы мер и осознанном подходе к проблеме критическую ситуацию, которая сложилась на данный момент в России, можно изменить в лучшую сторону.

Эффективная среда для инженерного изобретательства в технических университетах

Инженерное изобретательство (инженерное творчество) – это вид деятельности, который позволяет решать инженерные задачи, итогом которых становится появление «новых средств производства» [6], открывать новое в сфере инженерии.

Высокие технологии в настоящее время перешагнули уровень представления обычного человека: если еще 30-40 лет назад практически любой человек мог представить себе механизм работы стиральной машины, то сейчас то же самое устройство современной стиральной машины (электронное управление) доступно далеко не каждому. В данный момент, в век высоких технологий, стремительного развития техники и электроники, одним из важнейших вопросов дальнейшего развития современной инженерии является необходимость получения будущим изобретателем качественного современного образования, способного дать выпускнику понимание современных процессов, происходящих в мире, и актуальные знания, помогающие осознать потребность в появлении чего-то нового, меняющего жизнь человечества к лучшему. Можно сказать, что создание специальной среды в техническом вузе при подготовке технических специалистов позволит продвинуться в решении этой задачи.

Отвечая запросам общества и современным тенденциям в науке и технике, все развитые страны усовершенствовали свои образовательные программы в конце прошлого тысячелетия. Специалист с творческим, креативным подходом к решению инженерных задач становится самым дорогим и востребованным продуктом образования.

19 июня 1999 года – официальная точка создания единого европейского образовательного пространства, подписание Болонской декларации. Таким образом, Европейский союз отвечает на вызов современных потребностей в образовании. В 2003 году Россия стала участником Болонского процесса. Данная концепция образования предполагает воспитание человека нового поколения, с учетом научно-технического прогресса, инновационных инженерных технологий. Как результат, в Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) вносятся дополнения и изменения, которые способствуют созданию эффективной среды образовательной деятельности (табл. 1). ФГОС позволяет контролировать и учебные планы, и программы, также отвечать за нормированный

результат. Каждый последующий ФГОС отличался от предыдущего. Появлялись новые усовершенствования.

Таблица 1

Изменения во ФГОС

ГОС	ФГОС-2	ФГОС-3
<p>Отражение в стандартах перспектив развития, позволяющих ориентировать подготовку выпускников на эффективную деятельность в будущем.</p> <p>Введение в практику нового критерия трудозатрат учащихся — их академических достижений в виде зачетных (кредитных) единиц, охватывающих все виды учебной работы учащихся, включая проведение практик, лабораторных работ, аттестационных мероприятий.</p> <p>Увеличение свободы учащихся в выборе ими различных индивидуальных образовательных траекторий.</p>	<p>Приводит минимальный набор дидактических единиц, разработку основных профессиональных образовательных программ.</p> <p>Выбрано направление гуманитаризации и конкурентоспособности специалистов.</p> <p>Появляется ориентация на субъектные отношения, активную позицию обучающихся, право на выбор и принятие ответственности за этот выбор.</p> <p>Системный подход, который предполагает развитие качеств личности, отвечающих потребностям инновационной экономики.</p> <p>Обучение учащихся самостоятельному конструированию своих знаний, необходимых для решения возникающих перед ними задач.</p>	<p>Впервые вводятся понятия общей компетенции, профессиональной компетенции, профессиональный модуль, междисциплинарный курс, вид профессиональной деятельности.</p> <p>Внеаудиторная самостоятельная работа студента $\approx 50\%$ от общего объема времени, дистанционное обучение, индивидуальные программы для студентов.</p> <p>Новыми образовательными технологиями считается комплексный, индивидуализированный и модульный подходы, психолого-гуманистические, производственно-адаптивные, ситуационно-проблемные, личностно ориентированные технологии.</p>

Для появления у студента тяги/желания к изобретательству необходимо развивать творческий потенциал личности, который неразрывно связан со способностью генерировать новые идеи в области инженерии. Творческие способности личности легче раскрываются в образовательной среде, подготовленной для этой цели. В широком понимании слова, среда – это «сложная структура общественных, материальных и духовных условий, в которых реализуется деятельность человека» [12]. Таким образом, образовательная среда становится одним из уровней социокультурной среды, где активность личности оказывает влияние на развитие и изменение данной системы.

Далее рассмотрим *компоненты среды для становления изобретательской деятельности* (рис. 3) при подготовке технических специалистов в вузе.

1. Концепция подготовки технических специалистов к инженерному изобретательству.
 - Углубленное изучение фундаментальных дисциплин (физика и математика на 30% больше от базовой образовательной траектории).
 - Специальные дисциплины, направленные на получение студентами навыка изобретателя и дающие возможность попробовать свои силы в реализации настоящего инженерного проекта: «Введение в проектную деятельность», «Теория решения изобретательских задач», «Введение в инженерное изобретательство», «Инженерное предпринимательство», «Менеджмент инноваций». Результатом прослушанных теоретических дисциплин становятся инженерные проекты, которые студенты в рамках дисциплины «Введение в инженерное изобретательство» представляют для получения итоговой аттестации.
 - Цикл мероприятий внеучебной деятельности: «Турнир изобретательских идей», где студенты решают изобретательские задачи, пробуют свои силы в решении настоящих инженерных задач, умении работать в команде, развивают способность грамотно представить отчет о проделанной работе, уметь отстаивать свою идею в процессе доклада и дискуссии. Ежегодно проводится «Ярмарка проектов», на которой студенты представляют свои проекты, имеют возможность доработать свои проекты в процессе проведения «Ярмарки», получить рекомендации от приглашенных экспертов, лучшие проекты получают финансовую поддержку в виде грантов. В течение «Ярмарки» проводятся мастер-классы и деловые игры, позволяющие участникам проанализировать свои проекты с разных точек зрения.
2. Учебно-методическое обеспечение подготовки технических специалистов к инженерному изобретательству.
3. Специально оборудованное пространство (территория) для творческой и проектной деятельности, являющееся местом коммуникации студентов разных специальностей и направлений подготовки, оснащенное компьютерной техникой, свободным доступом к Интернету (в т.ч. беспроводному), программным обеспечением проектирования, моделирования, обработки данных, дискуссионными зонами с маркерными досками и флипчартами, а также зонами релаксации с кофемашинами.
4. «Опытное производство», студенческое конструкторское бюро или цех, оборудованный станками и различными инструментами, необходимыми для реализации изобретательских идей. Для развития изобретательского навыка необходимо пространство, где бы студенты могли еще до начала работы на производстве наглядно увидеть и принять участие в процессе изготовления деталей, необходимых для реализации их проектов.

5. В рамках университета необходимо предусмотреть расходы на финансовую поддержку студенческих проектов, а также механизм, предусматривающий оперативную закупку требующихся комплектующих и материалов для реализации идей.

6. Конечной целью любого изобретения является успешное внедрение его в реальную жизнь, работа на благо социума. С данной задачей призваны справляться бизнес-инкубаторы, нацеленные на помощь в доведении идей до прототипов, патентование и дальнейшую коммерциализацию лучших проектов.



Рис. 3. Компоненты среды изобретательской деятельности в вузе.

Заключение

В настоящее время в России требуется активизация изобретательской деятельности, в том числе начиная с системы высшего профессионального образования. Для того чтобы отвечать запросам времени, необходим комплекс эффективных и современных мер, направленных на развитие инженерного изобретательства в техническом вузе, а также создание специальной среды для научно-технического творчества молодежи.

Список литературы

1. Бутакова Е.С., Замятина О.М., Мозгалева П.И. К вопросу о подготовке элитных инженерных кадров: опыт России и мира // Высшее образование сегодня. - 2013. - № 2. - С. 20-26.
2. Всемирная инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIO Syllabus): информационно-методическое издание / пер. с англ. и ред. А.И. Чучалина, Т.С. Петровской,

Е.С. Кулюкиной; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 22 с.

3. Горлатов А.С. О взаимосвязи технической науки, инженерных знаний и изобретательского творчества // Научное обозрение. - 2010. - № 3. - С. 27-30.

4. Замятина О.М., Мозгалева П.И. Усовершенствование программы элитной технической подготовки: компетентностно-ориентированный подход // Инновации в образовании. - 2013. - № 10. - С. 36-45.

5. Замятина О.М., Мозгалева П.И., Соловьев М.А., Боков Л.А., Поздеева А.Ф. Технология проектно-ориентированного обучения в инженерном образовании // Высшее образование сегодня. - 2013. - № 12. - С. 68-74.

6. Международный семинар по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования «Всемирная инициатива CDIO»: материалы для участников семинара (пер. С.В. Шикалова) / под ред. Н.М. Золотаревой и А.Ю. Умарова. – М. : Изд. дом МИСиС, 2011. – 60 с.

7. Мифы народов мира. В 2-х т. – М. : Директ-Медиа, 1991-1992. – Т. 1. – С. 504.

8. Мозгалева П.И., Гуляева К.В., Замятина О.М. Информационные технологии для оценки компетенций и организации проектной деятельности при подготовке технических специалистов // Информатизация образования и науки. - 2013. - № 4. - С. 30-46.

9. Мозгалева П.И., Замятина О.М. Технология проектной работы в системе элитной подготовки технического специалиста в ТПУ // Научное обозрение: гуманитарные исследования. – 2012. - № 4. - С. 6-14.

10. Чубик П.С., Чучалин А.И., Соловьев М.А., Замятина О.М. Подготовка элитных специалистов в области техники и технологий // Вопросы образования. - 2013. - № 2. - С. 188-208.

11. Солодовникова О.М., Замятина О. М., Мозгалева П.И., Лычаева М.В. Формирование компетенций элитного технического специалиста // Профессиональное образование в России и за рубежом. - 2013. - № 3 (11). - С. 65-67.

12. Список президентов США. - URL: <http://www.americansights.ru/politic/presidents> (дата обращения 09.01.2014).

13. Тарасов С., Кулюткин Ю. Образовательная среда и развитие личности // Новые знания. - 2001. - № 1. - URL: http://znanie.org/journal/n1_01/obraz_sreda.html (дата обращения: 09.01.2014).

14. Энциклопедия брендов [<http://www.brandreport.ru/>]. Tefal. – URL: <http://www.brandreport.ru/tefal/> (дата обращения: 09.01.2014).

15. Polina I. Mozgaleva, Oxana M. Zamyatina. IT Implementation in the Educational Process of Future Engineers by Means of the Project Activities and Competences Assessment. // Proceedings 2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). – Technische Universität Berlin, Berlin, Germany, March 13-15, 2013. – P. 1170-1176.
16. The Global Competitiveness Report 2009-2010 [<http://www3.weforum.org/>] / The Global Competitiveness Report 2009-2010: Contributing to Long-Term Prosperity amid the Global Economic Crisis. – Switzerland, Geneva, 2009. - URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2009-10.pdf (дата обращения: 09.01.2014).

Рецензенты:

Стародубцев В.А., д.п.н., профессор, профессор кафедры инженерной педагогики Института стратегического партнерства и развития компетенций, г. Томск.

Минин М.Г., д.п.н., профессор, профессор кафедры инженерной педагогики Института стратегического партнерства и развития компетенций, г. Томск.