

Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности

03, март 2014

DOI: 10.7463/0314.0699795

Симоньянц Р. П.

УДК 378.147.88

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

akf_dekan@mail.ru

Современное состояние инженерного образования. В экономическом развитии России инженерное образование играет ключевую роль. Усилия государства по технологической модернизации промышленности должного успеха не принесут, если не будут сопряжены с адекватным обеспечением инженерными кадрами. Но и само инженерное образование нуждается в модернизации, опирающейся на лучшие российские традиции с учётом опыта передовых университетов мира. Российская инженерная школа, отточенная поколениями выдающихся отечественных учёных и педагогов, требует особого внимания.

Современные проблемы инженерного образования России связаны с политическими и экономическими потрясениями конца минувшего века. В тот кризисный период престиж инженерных специальностей резко упал. В машиностроительных отраслях в результате мощного оттока наиболее квалифицированных и активных специалистов возник дефицит кадров [1] Молодые инженеры выбирали те предприятия и сферы деятельности, которые могли дать им лучшее материальное обеспечение, лучшие перспективы и престижность.

Вузы, как правило, сохранили свой кадровый потенциал, но сократился приток молодёжи. Профессорско-преподавательский состав постарел. Значительно уменьшилось количество защит кандидатских и докторских диссертаций. Сократились творческие контакты университетов с промышленными предприятиями. Замедлился научный рост преподавателей, ослабли стимулы к научному и педагогическому росту. На этом фоне в образовательном процессе инженерных вузов стали проявляться негативные явления. Уровень подготовки инженеров в вузах снижался. Правда, благодаря ранее накопленным ресурсам процессы деградации были не столь заметны, но неуклонно нарастали.

В последние годы экономическое положение в стране улучшилось. Но ситуация в образовании в целом ещё вызывает озабоченность. Обострилась проблема качественного набора студентов на первый курс, влекущая за собой серьёзные, порой непреодолимые трудности последующего их обучения в университете [2]. Обо всех этих проблемах отечественной инженерной школы хорошо известно, о них много пишут.

В то же время, некоторые ведущие инженерные вузы России, такие, как, например, МГТУ им. Н.Э. Баумана, проявили устойчивость к разрушающему воздействию кризиса. Здесь удалось сохранить высокое качество подготовки [3], [4], [20], [21]. На различных творческих состязаниях студенты, как и прежде, успешно конкурируют со своими ровесниками из самых престижных университетов мира. Компетентность выпускников отвечает высоким требованиям научно-производственной сферы. На рынке труда они востребованы и высоко оцениваются отечественными и зарубежными работодателями [4], [5]. Но этот опыт эффективной образовательной деятельности, к сожалению, не достаточно известен.

О проблемах развития зарубежных инженерных школ известно также мало. Активно внедряются образовательные технологии США. Много внимания уделяется вопросам достижения инженерными университетами высоких международных рейтингов. Однако рейтинги эти построены на слишком большом числе второстепенных и косвенных параметров и не отражают в должной мере качество образования.

Истинное состояние современного инженерного образования в мире иное. Более объективно оно отражено в Первом Всемирном докладе ЮНЕСКО по инженерным наукам, которое было опубликовано в 2010 году [6]. Доклад составлен на основе материалов исследований в разных странах мира, предоставленных более чем 120 международными экспертами. В докладе констатируется: наблюдающаяся во всём мире нехватка инженеров представляет угрозу развитию общества. Спрос на эффективных инженеров повсеместно растёт. Даже, например, в такой высокоразвитой стране как Дания к 2020 году на рынке труда прогнозируется нехватка 14 000 инженеров. А в странах Африки южнее Сахары дефицит инженеров и техников составляет 2,5 миллиона.

В то же время, говорится в докладе ЮНЕСКО, во всём мире падает популярность инженерных специальностей среди молодёжи, доля студентов технических университетов снижается. Падение популярности объясняют тем, что инженерная деятельность ассоциируется с тяжелой и скучной работой, которая плохо оплачивается. Обращается внимание на проблемы качества подготовки инженеров. Делается вывод, что инженерное образование нуждается в новых

подходах. Рекомендуется усилить практическую направленность учебного процесса, ввести систему проблемного обучения.

Проблемы в сфере инженерного образования вызывают большую озабоченность во всём мире. Из упомянутого выше доклада ЮНЕСКО, из многочисленных публикаций и выступлений следует, что эти проблемы имеют глобальный характер. Они одинаково актуальны в различных регионах мира.

Чтобы получить более полную картину современного состояния инженерного образования и оценить тенденции его развития, рассмотрим ряд научных публикаций и материалы некоторых из международных форумов последних лет, представляющих существенный интерес.

Актуальным проблемам, связанным с инновациями и модернизацией в инженерном образовании в области аэрокосмической техники (философия, методология и практика инноваций) был посвящён Первый международный форум, который проходил в Пекине, в Бейханском университете (BUAA) 8 – 9 сентября 2012 года. В его работе приняли участие представители ведущих школ мира, китайских и международных аэрокосмических предприятий и китайского правительства. Выступали профессора США, Англии, Швеции, Франции, Японии, Китая и Гонконга [7].

Председатель оргкомитета профессор Shuiting Ding любезно пригласил и автора настоящей статьи принять участие в работе форума и выступить с докладом. Публикаций по материалам выступлений не было, но поскольку доклады представляют большой интерес, автор считает необходимым изложить свои впечатления как участника форума.

Китайская специфика инженерного образования. Проблемы построения системы инженерного образования в Китае обсуждались в докладе Президента BUAA, профессора Jinpeng Hua и в докладе профессора этого университета Qiushi Li. Президент раскрыл пути интенсивного развития BUAA как научно-ориентированного многопрофильного инженерного университета в области аэрокосмической техники. Приоритетная цель BUAA: войти в число лучших университетов мира с высоким международным рейтингом.

Основным средством для достижения поставленной цели выбрана международная интеграция. С её помощью, сказал Qiushi Li, решается и другая проблема, которую обозначили как «Воспитание талантов». Для её решения была разработана стратегия международного сотрудничества – «Программа UPS: Университет, Профессор, Студент».

Национальным пилотным проектом в BUAA предусмотрена реформа персонального обучения, которая реализуется в рамках двух подпрограмм: «Студенты по обмену»

(выполняются междисциплинарные обучающие эксперименты) и «Обучение в кооперации с ведущими университетами» (формируются междисциплинарные знания). В рамках UPS разработаны и реализуются программы академических обменов и сотрудничества со 152 университетами и научно-исследовательскими учреждениями 40 стран.

Университеты Азии имеют достаточно высокую репутацию и высокий показатель цитируемости, отметил второй докладчик. Повышения международного рейтинга в BUAA добиваются на основе выполнения требований тех критериев, по которым ранжируются все университеты в мире: академическая репутация, цитируемость, отношение студентов, мнение работодателей, доля иностранных студентов. При этом актуальной признана проблема недостаточной роли инженерных факультетов в повышении рейтинга.

В плане решения этой проблемы профессор Qiushi Li отметил большое значение двух направлений деятельности инженерных факультетов. Первое из них – повышение эффективности научно-исследовательских работ. Второе – совершенствование технологий инженерного образования. По первому направлению в BUAA успеха достигают за счёт рационального сочетания фундаментальных и прикладных исследований, по второму – за счёт применения и развития передовых методов обучения.

В Китае исследования в области инженерного образования проводились под влиянием реформ 1990 – 2000 годов. Они были обусловлены потребностью в большом количестве инженеров по ключевым направлениям промышленности. Эти исследования, сказал профессор Qiushi Li, были мотивированы неудовлетворённостью качеством подготовки инженеров, выпускаемых, в первую очередь, университетами США. Нам представляется чрезвычайно важным это мнение китайского профессора.

Анализируя инженерное образование как научную дисциплину в аспекте исторического развития, профессор Qiushi Li полагает, что оно возникло в 80-х годах 20 века. Тот факт, что инженерное образование сформировалось фактически ещё в конце 19 века, был отмечен, но роль России в его развитии проигнорирована. Следует заметить, что игнорирование России в мировом процессе становления и развития инженерного образования было характерно, к сожалению, и для других докладов, не считая нашего.

Университетом BUAA в 2000-х годах была предложена своя модель развития инженерного образования, в которой уделено большое внимание исследованиям, обеспечивающим потребности в подготовке инновационных инженеров. В результате внедрения предложенной модели

достигнуты большие позитивные изменения. В период проведения пекинского форума, автор встречался с профессорами, аспирантами и студентами BUAA, посетил ряд лабораторий, убеждаясь в больших успехах Университета на пути к достижению заявленных целей, о чём он с удовлетворением и сказал на заключительном пленарном совещании.

Некоторые черты европейского инженерного образования. Во Франции проблему модернизации инженерного аэрокосмического образования решают, опираясь, в частности, на созданную в 1998 г. международную сеть «Pegasus» [8] – партнёрское объединение передовых аэрокосмических университетов Европы. Преследуемая цель – создание европейской системы инженерного образования, адаптированной к требованиям аэрокосмической промышленности. Сотрудничество партнёров в рамках этой сети имеет позитивный опыт, о котором говорил на пекинском форуме глава Национальной Школы Гражданской Авиации (ENAC) Франции профессор Marc Houalla.

Иной подход к построению инженерного образования на основе науки применяют в Великобритании. В Оксфордском Университете научные исследования и инженерные разработки встраивают в программы учебных дисциплин. О построении курсов таких инженерных дисциплин говорил профессор Оксфорда Li He.

Важная особенность новых тенденций в английской инженерной школе связана с построением в университете образовательного процесса, ориентированного на интеграцию с промышленностью. Студентов размещают на промышленных предприятиях для выполнения ими учебных инженерных программ. Эта особенность и проблемы её реализации обсуждались в докладе профессора John Gary Hawley (University Bath). Исследование, проведённое с участием 276 студентов инженерного факультета, показали, что стажировка даёт им тот опыт инженерной работы, который играет важную роль для последующего роста их профессиональной карьеры.

Картину современного состояния европейской инженерной школы можно дополнить фактами, получившими известность благодаря международному научно-практическому семинару, который проходил в Праге 7 – 11 ноября 2011г. [9]. Был представлен передовой опыт инженерной подготовки в университетах Европы с участием промышленности. В списке участников семинара: ректоры, проректоры, деканы, заведующие кафедрами технических университетов. В семинаре приняли участие представители промышленных предприятий России, ведущие эксперты в области инженерного образования Австрии, Португалии, Испании, Швеции, Чехии, Бельгии и Франции.

Обсуждались проблемы и перспективы сотрудничества технических университетов Европы с промышленностью. Координационную деятельность в этой сфере осуществляет ряд международных неправительственных организаций. Одна из них – SEFI: Европейское общество инженерного образования (создано в 1973 году в Бельгии [10]). На семинаре его представлял член Административного Совета, профессор Ladislav Musilek.

Другая неправительственная организация Европы IFEES: Международная федерация обществ инженерного образования [11]. Она объединяет заинтересованных участников образовательного процесса в целях распространения новых подходов и организации лучших практик. Его представлял Президент Лиссабонского технического университета, Президент IFEES, профессор Jose Carlos Quadrado (Португалия).

Из анализа материалов пражского семинара следует, что Европейские университеты накапливают и развивают опыт взаимодействия с индустрией. В Чехии, например, используют несколько моделей сотрудничества. В частности, Чешский технический университет (СТУ, Прага) в области образования и научных исследований осуществляет сотрудничество с предприятиями оборонной промышленности. Об этом в своём докладе сообщил профессор СТУ Vladimir Marik. [9]

О проблемах инженерного образования США на форуме в Китае [7] (Пекин, 2012) говорили представители трёх американских университетов: заведующий кафедрой аэрокосмической техники в Университете штата Айова, профессор Tom I-P. Shih (University of Purdue); директор Инженерного Центра Государственного Университета штата Огайо, профессор Meyer Jacques Benzakein (Ohio State University) и консультант Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology) по международной программе «Инициатива CDIO», профессор David C. Wisler.

Воспитание студентов в духе их стремления к инновациям и к высокому мастерству как актуальную проблему рассматривал в своём докладе профессор Tom Shih. Он считает, что методология подготовки инженеров в условиях быстро меняющегося мира нуждается в совершенствовании. С этой целью, сказал Tom Shih, был выполнен анализ отношения современной молодёжи к системе ценностей. Прогноз качеств идеального инженера на перспективу показал, что они должны удовлетворять требованиям глобализации. В условиях глобализации успешнее оказываются те люди, те компании и те страны, которые производят лучшую продукцию по наиболее низкой цене.

По мере развития средств коммуникации и высокоскоростного транспорта мировые экономики становятся более взаимосвязанными и быстрее развиваются. Создавая новые инновационные продукты, инженеры способствуют ещё более интенсивному развитию экономики. Технологии инженерного образования должны предусматривать и такие воспитательные функции, которые позволят выпускнику университета быстро адаптироваться к стремительно меняющемуся миру, чувствовать себя в нём комфортно.

Путём опроса были выявлены две категории студентов, заметил Tom Shih. Первокурсникам задавался вопрос: что бы они выбрали для своего будущего – красоту, власть, богатство, знания, мудрость? Одни выбирали власть и богатство. Они рассуждали так: если у вас есть власть и деньги, вы будете иметь всё, что хотите. Эта категория студентов – будущие бизнесмены. Другие выбирали для своего будущего знания и мудрость. Они говорили: если имеете знания и мудрость, то и остальное к вам придет. Это – философия инженера.

Проблему подготовки инженеров, отвечающих требованиям аэрокосмической отрасли в новом столетии, сформулировал профессор Meyer Jacques Benzakein. Он акцентировал внимание на таких требованиях к инженеру, как высокий уровень знаний математики, физики и технологий производства конструкций из новых материалов (композиционных и т.п.). Они имеют большое значение. Инженер также должен уметь работать в глобальных сетях, общаясь через континенты. Подчёркнута необходимость навыков работы с заказчиками (клиентами) и взаимодействия с промышленностью.

В целях формирования этих качеств, к процессу обучения привлекают специалистов различных дисциплин. С их помощью организуют творческий процесс решения проектных и исследовательских задач в студенческих командах. Для проведения таких занятий разрабатываются специальные программы. Экспериментальное обучение в командах проводят на основе выполнения проектов. Первый год – все команды проводят лабораторные испытания и выполняют практические проекты. На старшем курсе они выполняют междисциплинарный годичный проект в 20-ти различных управляемых командах и участвуют в национальных конкурсах. В качестве примера приведены такие направления исследований: Гибридные электрические транспортные средства; Автомобили на топливных элементах; Интеллектуальная транспортная система; Материалы газовых турбин и др.

«CDIO – Высокая эффективность инженерного образования». Такова тема доклада доктора David Wisler на форуме в Пекине. Докладчик – представитель аэрокосмической промышленности, сотрудник (в отставке) корпорации General Electric Aviation (GEA). В докладе утверждается, что во

всём мире современное инженерное образование и реальный мир инженерной деятельности разошлись, и это расхождение продолжает увеличиваться. Лидеры аэрокосмической промышленности считают, сказано в докладе, что сегодняшние молодые выпускники инженерных факультетов, хотя и хорошо обучены в области фундаментальных наук, часто не понимают физических основ современной техники.

В учебных планах подготовки, сказал доктор Wisler, слишком мало инженерной практики. Доля инженерной практики в общем объёме инженерных дисциплин, начиная с середины 20-го века, непрерывно снижалась. Промышленные предприятия вынуждены тратить значительные суммы денег и времени на дополнительное обучение своих новых сотрудников. Поэтому промышленность выступает с настоятельным требованием перемен в системе инженерного образования. Сейчас инженерные школы Северной Америки, Европы, Африки, Азии, и Австралии приступили к созданию международной сети по разработке новых технологий инженерного образования – «Инициатива CDIO» [9].

Концепция CDIO: следует разработать комплексную программу реформирования инженерного образования путем восстановления надлежащего баланса между практикой проектирования и знаниями естественных наук. Выпускник инженерного факультета, в котором реализуется программа **CDIO**, должен быть подготовлен так, чтобы иметь возможность сразу после окончания университета на высоком профессиональном уровне выполнять свои инженерные обязанности на любом этапе жизненного цикла продукта, создаваемого на промышленном предприятии. Эта идея отражена в названии программы **CDIO**: Conceive, Design, Implement, Operate (Замысел, Проект, Изготовление, Управление).

Инициатива CDIO декларирует такие изменения в программах инженерного образования, которые ориентируют учебный процесс на приобретение студентами наряду с теоретическими знаниями, практических навыков. При этом выпускник университета должен быть эффективным инженером, способным мыслить критически и творчески, придерживаться высоких стандартов морали.

Российское инженерное образование имеет прочные корни в промышленности и богатые традиции, заложенные ещё в период его формирования. Благодаря ним передовые инженерные школы России в условиях глубокого кризиса смогли выжить и в значительной степени сохранить свой научно-образовательный потенциал.

Российская традиция инженерного образования – одна из сильнейших в мире. В период 1869 – 1961 г.г. отечественное естествознание и техника завоевали лидирующие позиции в мире. Наряду с Германией, а позже и с США, России принадлежала выдающаяся роль в реализации крупнейших технических достижений. Однако этому вопросу в иностранной литературе, к сожалению, практически не уделяется внимания.

Фундамент отечественной инженерной школы был заложен в 70-х годах 19-го столетия в Императорском московском техническом училище (ныне МГТУ имени Н.Э.Баумана). Им стала созданная здесь практико-ориентированная технология инженерного образования, получившая широкое признание и известность во всём мире как «русский метод» обучения.

Этот метод был положен в основу построения инженерного образования многими университетами мира. Одним из первых последователей «русского метода» стал Массачусетский технологический институт США [24, с. 6-10]. МГТУ им. Н.Э.Баумана, неуклонно следуя традиции, непрерывно совершенствует и развивает эту технологию. Ведущие инженерные вузы России свои образовательные технологии также ориентируют на практику студентов в промышленности.

Особое место среди отечественных инженерных школ, реализующих практико-ориентированные образовательные технологии, занимает Московский физико-технический институт (Физтех). Он был создан в трудные для страны 40-ые годы 20 века с целью удовлетворения потребности прикладной науки и промышленности в высококлассных инженерах и исследователях. Изначально была выбрана новаторская для того времени система подготовки, предполагающая раннее вовлечение студентов в научно-производственную деятельность в НИИ и в наукоёмких предприятиях.

Такая практико-ориентированная технология, получившая название «система Физтеха», базируется на идеях «русского метода» и является одним из эффективных вариантов его развития. Она проявила свойство высокой адаптивности, в том числе и в современных условиях рыночной экономики: МФТИ сохранил свои ключевые компетенции; спрос на выпускников постоянно растёт (прежде всего, со стороны нового наукоёмкого бизнеса).

Студенты Физтеха из 6 лет учёбы 3 года проводят в научных и производственных организациях, перенимая на заключительных этапах обучения навыки профессиональной деятельности у опытных специалистов и учёных. В последние годы «система Физтеха» стала меняться, адаптируясь к новым условиям, связанным с появлением в России частного наукоёмкого бизнеса. При этом в зарубежных организациях создаются базовые кафедры МФТИ, например, в компании Intel и почти во всех крупных IT-компаниях.

Об этом в своём интервью говорил ректор МФТИ член-корреспондент РАН, профессор Н.Н. Кудрявцев [25]. Он отметил также, что компании конструктивно сотрудничают с МФТИ. Например, компания «1С», активно участвуя в образовательном процессе, для младшего курса факультета инноваций и высоких технологий выделила в Москве 2 тысячи квадратных метров и открыла на факультете кафедру дискретной математики. В то же время, доля участия РАН в образовательном процессе сократилась (осталось 3 кафедры). Сократилось и число старых партнёрских компаний.

Системный кризис, охвативший инженерное образование всего мира, не мог обойти стороной Россию, к тому же испытавшую в 90-ые годы минувшего века разгром экономики. И если в начале нынешнего века повсюду приступили к реформированию высшей школы, российские вузы боролись за выживание [1]. И то, что российской инженерной школе удалось сохранить себя, свидетельствует о том, что заложенные в ней принципиальные основы обладают тотальной устойчивостью и большим «запасом прочности».

Но наступило время перемен. Инженерное образование нуждается в модернизации. Передовые вузы это делают первыми, сохраняя традиционные принципы и неразрывную связь с промышленностью. Чтобы промышленность могла иметь соответствующий ресурс кадров к тому времени, когда ситуация в экономике начнет выправляться, модернизация инженерного образования должна идти с опережением [12].

В некоторых вузах образовательный процесс удалось своевременно адаптировать к реальным условиям существования возрождающейся промышленности и теперь с участием самих предприятий создаются уникальные системы инженерного образования. Такие системы гарантированно обеспечат предприятия хорошими инженерами. Но и они требуют модернизации, непрерывного совершенствования. В этом смысле любые прогрессивные инициативы, в том числе и CDIO, могут быть полезными. Об актуальности инновационных изменений в системе инженерного образования говорилось на Международном семинаре по вопросам инноваций и реформирования инженерного образования (Москва, МИСиС, 26 – 27 сентября 2011) [12].

Заинтересованность в присоединении к Инициативе CDIO проявили некоторые университеты России. К участию в них в большей мере стремится молодое поколение преподавателей, аспиранты, студенты. Их привлекает долгосрочное международное сотрудничество с ведущими инженерными школами. Первым из российских вузов членом CDIO стал в 2012 году Томский политехнический университет (ТПУ). Затем к нему присоединились: Сколковский институт науки и технологий (Сколтех); Астраханский государственный университет (АГУ); Московский авиационный

институт (МАИ); Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТГУСУиР); Московский физико-технический институт (МФТИ); Уральский федеральный университет (УФУ).

МАИ в октябре 2012 года вступил не только в сетевой проект CDIO, но и в другой сетевой проект «Pegasus», **который объединяет большинство авиационных университетов Европы. Участие МАИ в этих проектах направлено на интенсификацию взаимных обменов студентами и на расширение академических связей в научной сфере** [13].

К образовательным программам необходимо **предъявлять такие** требования, которые обеспечивают развитие у него способности размышлять, действовать, принимать решения. Опыт последних десятилетий показал, что активные формы обучения, такие как деловые игры, тренинги и т.д. значительно эффективнее традиционной формы лекционно-семинарских занятий [12]. Выстраивать учебный процесс на основе постоянной активизации деятельности студентов позволяет, как отмечается в работе [14], использование стандартов CDIO. При этом моделируется предметное и социальное содержание профессионального труда, трансформируя учебную работу студента в профессиональную деятельность специалиста.

Инженерное образование с участием промышленности. Промышленность в России уже давно выступает в качестве активного партнёра университетов в инженерной подготовке. В частности структуры, интегрированные с промышленными предприятиями, созданы в МГТУ им. Н.Э. Баумана, МФТИ, МАИ, МИРЭА.

Подобные структуры существуют, как отмечалось выше, и в ряде зарубежных университетов. На состоявшемся в ноябре 2011 года в Праге международном научно-практическом семинаре «Передовой опыт инженерной подготовки в университетах Европы с участием промышленности» [9] выступил ректор МИРЭА профессор А.С. Сигов.

В докладе А.С. Сигова была изложена применяемая в МИРЭА система инженерной подготовки. Основа этой системы – интегрированный комплекс «вуз, базовая кафедра, базовое предприятие». Всего в комплексе 54 базовые кафедры. Они располагаются непосредственно на предприятиях-партнерах МИРЭА и, как правило, возглавляются руководителями предприятий. Обучение проводят ведущие специалисты, осуществляющие на этих предприятиях разработку и внедрение новых технологий в производство.

Пионером в этом вопросе является МГТУ им. Н.Э. Баумана. В период 1956 – 1985 г.г. было создано 5 факультетов, которые располагаются на территории базовых предприятий наукоёмких отраслей промышленности. До 1987 года подготовка инженеров строилась по вечерней форме обучения, затем – по дневной форме с непрерывной научно-производственной практикой (ННПП) [15]. В настоящее время все пять факультетов, которые условно называют «отраслевыми», успешно функционируют, обеспечивая базовые предприятия хорошо подготовленными инженерами по ряду актуальных специальностей [16] – [21].

Три отраслевых факультета расположены в ближнем Подмосковье. В Реутове при ОАО «ВПК «НПО машиностроения» работает факультет «Аэрокосмический» (АК), которым со дня основания руководит кандидат технических наук, доцент Р.П. Симоньянц – автор настоящей статьи. В Королёве при РКК «Энергия» находится факультет «Ракетно-космическая техника», который до последнего времени возглавлял доктор педагогических наук, профессор А.А. Дорофеев. В Красногорске при ФНПЦ ОАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева» – факультет «Опτικο-электронное приборостроение». Им руководит доктор технических наук, профессор В.И. Заварзин.

Два факультета – в Москве. Один из них, «Приборостроительный», расположен на территории ОАО «МЗЭМА» и работает под руководством кандидата технических наук, доцента В.Н. Герди. Другой, «Радиотехнический» – на территории базового предприятия «Научно-исследовательский электромеханический институт» в составе концерна ПВО «Алмаз-Антей». Руководит факультетом кандидат технических наук, доцент С.С. Юдачёв.

Каждый отраслевой факультет административно входит в состав определённого научно-учебного комплекса (НУК) Университета. Подготовку инженеров осуществляют выпускающие (базовые) кафедры совместно с рядом обучающих кафедр при участии предприятия. Каждая кафедра входит в состав того факультета и НУК, который соответствует её научному профилю.

Факультет АК, например, входит в состав НУК «Специальное машиностроение». Студентов факультета обучают 45 кафедр 12-ти факультетов Университета, из которых 4 кафедры – выпускающие: Аэрокосмические системы; Вычислительная математика и математическая физика; Системы автоматического управления; Компьютерные системы и сети. Набор на 1-й курс производится в 5 групп (план приёма 89 студентов).

На отраслевых факультетах практика организуется иначе, чем на обычных факультетах. На АК практика распределена на весь период обучения студента и проводится непрерывно [18]. В рамках ННПП ведущими специалистами предприятия тематическими циклами проводятся

проблемные лекции-беседы и практикумы по приобретаемой специальности. В подразделениях предприятия студенты стажируются, в том числе и с оформлением на должность инженера. Каждый из отраслевых факультетов реализует собственную технологию ННПП в соответствии с особенностями базовых предприятий.

В Ракетно-космической корпорации "Энергия" им. С.П. Королева потребность в инженерных кадрах в значительной мере удовлетворяется за счёт целевой подготовки специалистов факультетом "Ракетно-космическая техника" МГТУ им. Н.Э. Баумана, работающим на базе корпорации. При этом обеспечивается преемственность не только научно-технических знаний и опыта, но и, в определённой мере, передача этических и эстетических профессионально значимых ценностей [26].

Важно, что кадровый дефицит предприятия, как отмечают авторы работы [26], удовлетворяется не только по числу подготовленных факультетом инженеров, но и по уровню их квалификации. Известно, что выпускник вуза, подготовленный без привязки к конкретному месту работы, создавать новую стоимость начинает, как правило, через год - два, пройдя профессиональную «доводку» уже на предприятии и получив необходимую сумму профессиональных компетенций. Для традиционной схемы подготовки инженера неполнота компетенций непосредственно после окончания обучения – системный недостаток. Его лишены выпускники отраслевого факультета, обучающиеся по дневной форме с непрерывной научно-производственной практикой на базовых предприятиях-заказчиках. Они подготовлены для работы на конкретном предприятии, в конкретном подразделении, возможно, и на конкретном рабочем месте инженера.

Аналогичные формы практики стали применять и в ряде других технических университетах России. Во многих университетах России на предприятиях создаются филиалы выпускающих кафедр.

Об инновационных принципах системы подготовки инженеров в техническом университете на основе интеграции образования, науки и промышленности шла речь в нашем докладе на форуме в Китае. Автор, на основе обобщения опыта «отраслевых» факультетов МГТУ имени Н.Э. Баумана, в том числе и личного опыта 29-летнего периода руководства факультетом АК, сформулировал следующие принципы построения интеграционной системы инженерного образования с «погружением» студентов в профессиональную среду, надлежащее выполнение которых обеспечивает высокую эффективность [5]:

1. Подготовка инженеров планируется на основе долгосрочного договора университета с передовым промышленным предприятием в соответствии с программой развития отрасли.
 2. По объёмам учебной работы и по времени практика равномерно распределена и проводится непрерывно весь период обучения студента в университете. При этом обеспечивается предельно возможное «погружение» студентов в профессиональную среду коллектива учёных и инженеров предприятия.
 3. Программа непрерывной научно-производственной практики (ННПП) студентов на предприятии по содержанию и срокам рационально сочетается с программами теоретического обучения в университете.
 4. Интеграция осуществляется на основе согласованных с предприятием учебных планов и программ теоретических дисциплин и ННПП при рациональном соотношении количества преподавателей университета и привлекаемых специалистов промышленности.
 5. В учебном процессе и в ходе научно-производственной деятельности студентов в рамках ННПП используется не только лабораторное оборудование университета, но и богатая материально-техническая база предприятия, включая уникальные испытательные стенды и образцы новой техники.
 6. Обеспечивается гибкость в выборе направлений подготовки, что реализуется за счёт возможности оперативно изменять на факультете состав выпускающих (базовых) кафедр университета в соответствии с потребностями предприятия.
 7. Содержание дисциплин адекватно отражает процесс динамично развивающейся отрасли. Программы дисциплин непрерывно корректируются.
 8. Требования к специалистам прогнозируются и с опережением обновляются.
 9. Высокое качество подготовки обеспечивается за счёт внедрения результатов научно-технических разработок в учебный процесс.
 10. Научно-педагогическая квалификация преподавателей университета и сотрудников предприятия постоянно повышается за счёт участия в совместной учебной и научно-исследовательской работе.
- Многолетний опыт показывает, что при выполнении изложенных выше условий (принципов), подготовка инженерных кадров удовлетворяет самым высоким требованиям. Выпускники факультета получают хорошую теоретическую подготовку и опыт практической работы по специальности, что позволяет им сразу после получения диплома включиться в деятельность предприятия, с высокой эффективностью творчески трудиться и быстро достигать успехов в профессиональной и научной карьере. Это заключение подкрепляется многочисленными примерами [5], [17], [22], [23], [26].

В успехе обсуждаемой здесь интеграционной системы инженерного образования главная роль принадлежит коллективу предприятия, тем научным сотрудникам и инженерам, которые и составляют «питательную среду» для формирования настоящего профессионализма. Следует сказать, что в «НПО машиностроения» замечательный коллектив специалистов высочайшего уровня.

Важно, что для студентов здесь создана дружественная атмосфера, оптимальная для «выращивания талантов». Во многом этим объясняется, что 200 выпускников факультета АК ныне успешно работают в творческих коллективах предприятия, а 55 из них вошли в руководящий состав корпорации. В творческой атмосфере коллектива предприятия воспитывается вкус к научной деятельности. Видимо этим можно объяснить, что за последние 10 лет более 20 выпускников АК защитили диссертации кандидатов наук, а двое из них защитили в Центральной Европе диссертации докторов PhD.

Однако сформулированные принципы являются необходимыми, но ещё не достаточными условиями оптимального функционирования интеграционной системы инженерной подготовки. Они были созданы и адаптированы к иным условиям жизни общества, к иной социально-политической и экономической ситуации в стране. Новыми условиями жизни общества обусловлены новые вызовы и новые угрозы.

Одной из наиболее опасных угроз является острая проблема качественного набора студентов на первый курс, часто влекущая за собой, как отмечалось, непреодолимые трудности последующего их обучения. Наряду с многочисленными примерами, подтверждающими высокий уровень подготовки студентов, в последние годы приходится сталкиваться с ситуацией, когда отдельным студентам удаётся дойти до старших курсов, практически не имея знаний средней школы ни по физике, ни по математике. отдельных студентов вынуждены отчислять из-за невозможности дальнейшего обучения, связанной с низким уровнем их школьных знаний.

В связи с этим, проблема качественного набора стала одной из самых актуальных. И вновь, решить её без участия промышленности высшая школа не может. Одним из вариантов решения проблемы может стать система целевого приёма. Однако участие предприятий в этой системе должно быть взвешенным, компетентным и ответственным. Нередки случаи полной профанации, превращающей решение проблемы в её усугубление.

Другой путь решения проблемы качественного набора – работа со школьной молодёжью, отбор и воспитание своего контингента. Важная роль и в этом вопросе принадлежит предприятиям

– заказчикам будущих специалистов. И в этом вопросе опасны некомпетентные решения. Поэтому работу со школьной молодёжью следует вести в тесном взаимодействии предприятия и вуза.

Ещё один аспект качества приёма на первый курс связан с общим снижением уровня подготовки в средней школе. Чтобы поднять этот уровень в той мере, которая необходима для усвоения программ естественнонаучных и инженерных дисциплин вуза, необходимы дополнительные затраты и без того чрезвычайно напряжённого учебного времени. В случае реализации интеграционной системы инженерного образования предприятия могут в рамках программ практики построить рациональную систему «доводки» знаний, как для студентов младших курсов, так и для ориентирующихся на целевой приём школьников.

Итак, к сформулированным выше 10 принципам построения интеграционной системы инженерного образования с участием промышленности следует добавить ещё два:

11. На регулярной основе проводится работа со школьниками для формирования контингента целевого приёма на первый курс.

12. В программы ННПП вводятся специальные практикумы для младших курсов и школьников с целью повышения уровня их знаний естественнонаучных дисциплин.

Заключение.

Современное состояние инженерного образования во всём мире характеризуется как кризисное.

Кризисное состояние образования в России в целом усугубилось политическими и экономическими потрясениями конца 19 века.

Инженерные школы во всём мире выход из кризиса ищут на путях международной интеграции и реализации мер, повышающих их международный рейтинг.

Инженерные школы США и стран Евросоюза создают международные сетевые технологии инженерного образования, которые облегчают доступ к талантливым студентам и выпускникам инженерных университетов других государств.

Роль России в мировом процессе становления и развития инженерного образования практически игнорируется.

В последние годы наметилась тенденция углубления интеграции инженерного образования с промышленными предприятиями. При этом позитивный опыт МГТУ им. Н.Э. Баумана и других передовых инженерных вузов России практически не известен.

Рассматриваемая в работе интеграционная система подготовки инженерных кадров с участием крупных научно-производственных предприятий, пройдя многолетний путь эволюционных преобразований, приобрела, в конечном итоге, наиболее рациональную форму взаимодействия университетского технического образования с отраслевой наукой и производством.

Сформулированы принципы рационального построения рассматриваемой системы, важнейший из которых – «погружение» студентов в профессиональную среду на весь период обучения.

Послесловие

Главным условием успешной реализации рассмотренной в работе интеграционной системы подготовки инженеров является активное участие базового предприятия.

Активность и самоотверженность талантливого коллектива учёных и инженеров ОАО «ВПК «НПО машиностроения» восхищает. Автор горд, что вот уже 50 лет имеет честь здесь трудиться сначала инженером, а потом деканом.

Автор считает своим приятным долгом выразить глубокую признательность руководителю базового для факультета АК предприятия Генеральному директору, Генеральному конструктору, доктору технических наук, профессору А.Г. Леонову и его предшественнику на этом посту Почётному Генеральному директору, Почётному Генеральному конструктору, профессору Г.А. Ефремову за неизменную помощь и поддержку.

А.Г. Леонов не только организует кадровую и материально-техническую поддержку деятельности факультета, но и взял на себя труд по руководству базовой кафедрой СМ-2 «Аэрокосмические системы», которая была создана в 1960 году основателем предприятия «НПО машиностроения» Генеральным конструктором, академиком В.Н. Челомеем.

Здесь необходимо отметить выдающуюся роль В.Н. Челомея, 100-летие со дня рождения которого в 2014 году отмечается, в создании интегрированных с промышленностью вузовских

структур инженерного образования. Кафедра В.Н. Челомея в МГТУ им Н.Э. Баумана была «первой ласточкой». Ныне значение подобных структур в системе инженерного образования невозможно переоценить.

Список литературы

1. Алифанов О.М., Семенов В.В., Малахов Ю.М., Севрюков Ю.И., Хохулин В.С. О кадровом потенциале ракетно-космической промышленности // *Аэрокосмические технологии: материалы Первой международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (РФ, Москва - Реутов, 24-25 мая 2004 г.)* / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, НПО машиностроения, 2004. С. 344-345.
2. Дорофеев А.А. Результаты ЕГЭ и методы повышения успеваемости студентов младших курсов инженерных вузов // *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн.* 2013. № 3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/563161.html> (дата обращения 01.02.2014).
3. Ефремов Г.А., Симоньянец Р.П. Высокоэффективная система подготовки инженеров на аэрокосмическом факультете МГТУ им. Н.Э. Баумана при НПО машиностроения // *Полет.* 2000. С. 71-74.
4. Федоров И.Б., Симоньянец Р.П. 20-летний опыт эффективного использования интеллектуального потенциала студентов Аэрокосмического факультета // *Аэрокосмические технологии, 2004–2007: Труды Всероссийских и Международной научно-технических конференций (Реутов - Москва, 2004 – 2007 гг.)* / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. С. 10-12.
5. Симоньянец Р.П. Интеграционные технологии подготовки специалистов для предприятий ракетно-космической отрасли // *Полет.* 2002. № 11. С. 58-60.
6. Первый Всемирный доклад ЮНЕСКО по инженерным наукам: нехватка инженеров – угроза развитию // *UNESCO.ORG.* Франция, 2010. Режим доступа: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf> (дата обращения 25.01.2014).
7. The 1st International Education Forum on Aeronautical and Astronautical Engineering // *POLYU.EDU.HK.* Пекин. 2012. Режим доступа: <http://www.polyu.edu.hk/me/en-us/Staffevents/detail/44> (дата обращения 23.12.2013).
8. Международная ассоциация PEGASUS. Франция, 2014. Режим доступа: <http://www.pegasus-europe.org> (дата обращения 23.12.2013).
9. Международный научно-практический семинар-тренинг «Передовой опыт инженерной подготовки с участием промышленности в университетах Европы» (Прага, 7-11 ноября 2011 г.) // *AEER.RU:* сайт Общероссийской общественной организации "Ассоциация инженерного образования России", 2011. Режим доступа: <http://aeer.ru/aeernews/ru/1740.htm> (дата обращения 25.01.2014).

10. European Society for Engineering Education. Brussels, 2014. Режим доступа: <http://www.sefi.be> (дата обращения 25.01.2014).
11. International Federation of Engineering Education Societies (IFEES). Brussels. Режим доступа: <http://www.sefi.be/ifees/> (дата обращения 25.01.2014).
12. Ливанов Д.В. Официальное открытие Международного семинара по вопросам инноваций и реформированию инженерного образования // OLD.MISIS.RU. Москва, 2011. Режим доступа: <http://old.misis.ru/ru/4556/ctl/Details/mid/9959/ItemID/5980> (дата обращения 18.01.2014).
13. МАИ вступил во Всемирную Инициативу CDIO // MAI.RU: сайт МАИ. Москва, 2009. Режим доступа: http://www.mai.ru/events/news/detail.php?ELEMENT_ID=34817 (дата обращения 27.01.2014).
14. Трещев А.М., Сергеева О.А. Всемирная инициатива CDIO как контекст третичного образования // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. № 9. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/520108.html> (дата обращения 18.01.2014).
15. Герди В.Н., Дорофеев А.А., Заварзин В.И., Симоньянц Р.П., Юдачев С.С. Направленная подготовка специалистов в МГТУ им. Н.Э. Баумана на отраслевых факультетах при крупных НПО // Всероссийская научно - методическая конференция «Стратегия развития университетского технического образования в России» (Москва, 4-6 февраля 1998 г.). М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.
16. Симоньянц Р.П., Фокин Ю.Г. Система направленной инженерной подготовки студентов на факультете при базовом НПО / под ред. Ю.Г. Фокина. М.: НИИВО, 1994. 24 с. (Содержание, формы и методы обучения в высшей школе / НИИВО; вып. 3).
17. Симоньянц Р.П. Аэрокосмический факультет готовит элитные кадры для НПО машиностроения // Аэрокосмические технологии, 2004–2007: Труды Всероссийских и Международной научно-технических конференций (Реутов - Москва, 2004 - 2007 гг.) / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. С. 314-316.
18. Симоньянц Р.П., Куранов Е.Г. Непрерывная научно-производственная практика студентов Аэрокосмического факультета МГТУ им. Н.Э. Баумана и её связь с решением производственных задач НПО машиностроения // Аэрокосмические технологии: Материалы Первой международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (РФ, Москва - Реутов, 24-25 мая 2004 г.) / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, НПО машиностроения, 2004. С. 350-351.
19. Хромушкин А.В., Куранов Е.Г. Дипломное проектирование на предприятии как заключительный этап целевой подготовки студентов // Аэрокосмические технологии: Материалы Первой международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (РФ, Москва - Реутов, 24-25 мая 2004 г.) / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, НПО машиностроения, 2004. С. 352-353.
20. Козлов Л.И., Минаев Ю.И. Целевая внутрифирменная подготовка и кадровая политика предприятия // Аэрокосмические технологии: Материалы Первой международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (РФ,

Москва - Реутов, 24-25 мая 2004 г.) / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, НПО машиностроения, 2004. С. 353-355.

21. Хромушкин А.В., Козлов Л.И. Роль Аэрокосмического факультета МГТУ им. Н.Э. Баумана в сохранении кадрового потенциала НПО машиностроения // Аэрокосмические технологии: Материалы Первой международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика В.Н. Челомея (РФ, Москва - Реутов, 24-25 мая 2004 г.) / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, НПО машиностроения, 2004. С. 355-357.

22. Симоньянец Р.П. Эффективность образовательной технологии инженерной подготовки с погружением студентов в профессиональную среду научно-производственного предприятия // Актуальные проблемы российской космонавтики: Труды XXX Академических чтений по космонавтике (Москва, январь 2006 г.) / под общ. ред. А.К. Медведевой. М.: Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, 2006. С. 289-291.

23. Леонов А.Г. О конструкторской подготовке специалистов для аэрокосмической отрасли // Аэрокосмические технологии, 2010-2012: Сб. науч. трудов / под ред. Р.П. Симоньянца. М.: ОАО «ВПК «НПО машиностроения», МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. С. 13-30.

24. Научные школы Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. История развития / Под ред. И.Б. Федорова и К.С. Колесникова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995. 424 с.

25. Медовников Д., Сараев В. Инновационная система Физтеха // Эксперт Online. 2013. 10 апреля. Режим доступа: <http://expert.ru/expert/2013/44/innovatsionnaya-sistema-fizteha/> (дата обращения 10.03.2014).

26. Дорофеев А., Лукьяшенко А. О подготовке инженеров: бикорпоративная компонента // Высшее образование в России. 2000. № 1. С. 106-113.

Problems of engineering education and their decision involving industry

03, March 2014

DOI: 10.7463/0314.0699795

R.P. Simonyants

Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, Russian Federation

akf_dekan@mail.ru

In Russia, the problems of engineering education are connected with political and economic upheavals of the late last century. At the same time, some leading engineering universities in Russia, such as the Bauman Moscow State Technical University (BMSTU) were resistant to the damaging effects of the crisis. But the methodology and experience of their effective work are insufficiently known.

The problems of international engineering school development are also known. The first UNESCO World Report on Engineering (2010) assesses the state of engineering education as follows: worldwide shortage of engineers is a threat to the development of society.

Based on the analysis of the current state of engineering education in the world and tendencies of development an urgency of its modernization with the focus on the enhancement of practical component has been shown.

Topical problems associated with innovations and modernization in engineering education in the field of aerospace technology were discussed at the first international forum, which was held in Beijing Beyhanskom University (BUAA) on 8 - 9 September 2012. The author attended this forum and presented his impressions of its work. It was noted that the role of Russia in the global process to form and develop engineering education is ignored. This opinion sounded, generally, in all speakers' reports, apart from ours.

The President BUAA, a Professor Jinpeng Huai, and a Professor Qiushi Li. talked about the problems of building the engineering education system in China. It was emphasized that in China a study of engineering education techniques was motivated by the fact that quality assurance of engineering education at U.S. universities does not meet requirements.

Attention is drawn to Dr. David Wisler's report who is a representative of the U.S. aerospace industry (General Electric Aviation corporation), actively promoting networking technology "initiative CDIO».

The assessment of the engineering education state is completed by proceedings of the international scientific and practical seminar in Prague, 7-11 November 2011, to present the best practices of engineering education in universities of Europe in cooperation with industrial companies.

Engineering education of Russia has a rich tradition and deep roots in the industry. The basis of national engineering school was established in the 70s of the 19th century at the Imperial Moscow Technical School (now BMSTU). Here the practice-oriented technology of engineering education was first created. It has been widely accepted and well known around the world as a "Russian method" of teaching. Among the early followers of technology "Russian method" was a Massachusetts Institute of Technology USA.

Industry in Russia is long ago an active partner of universities in engineering training. In particular, the industry-integrated structures were established in a number of such as BMSTU, MIPT (MIPT), MAI, MIREA.

BMSTU is a pioneer in establishing the industry-integrated structures. Within the period of 1956 - 1985 five faculties were established, conventionally called "industry-based faculties" because those are placed on the territory of the base enterprises. At the moment, they are successfully functioning to provide enterprise with well-trained engineers.

The paper briefly characterizes the system of engineering education at the "industry-based faculties" and formulates principles of its rational construction taking into consideration a generalized experience of these faculties, including the author's personal experience for 29 years of his directorship at the faculty "Aerospace Engineering" of BMSTU located at the military-industrial corporation "NPOs engineering."

One of the most important principles of this type of training is the "immersion" of students in the professional environment during a complete course of studies. The main component of the system is a possibility to have a continuous research internship and industrial placement to be organized in the enterprise subdivisions during a complete course of studies.

Each of the faculties implements its own internships and placements meeting the enterprise requirements and taking into consideration their features. The system enables graduate to become a

qualified specialist of the industry-based faculty able to work at the specific enterprise, in specific division, and, perhaps, as an engineer of a specific job.

The considered system to train engineers in cooperation with the large industrial enterprises of research and manufacturing after many years of transformation, has acquired the most rational form of cooperation between the engineering university education and industry science and fabrication.

Publications with keywords: [problems of engineering education](#), [engineering education involving industry](#), [problem of training engineers](#)

Publications with words: [problems of engineering education](#), [engineering education involving industry](#), [problem of training engineers](#)

References

1. Alifanov O.M., Semenov V.V., Malakhov Yu.M., Sevryukov Yu.I., Khokhulin V.S. [About personnel potential rocket and space industry]. *Aerokosmicheskie tekhnologii: materialy Pervoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchenoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.N. Chelomeya* [Aerospace Technology: Proceedings of the First International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of academician V.N. Chelomey], RF, Moscow- Reutov, 24-25 May 2004. Moscow, Bauman MSTU Publ., NPO Mashinostroeniya Publ., 2004, pp. 344-345. (in Russian).
2. Dorofeev A.A. [USE results and methods of increase academic achievement younger courses students of engineering high schools]. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana - Science and Education of the Bauman MSTU*, 2013, no. 3. Available at: <http://technomag.bmstu.ru/doc/563161.html> , accessed 01.02.2014. (in Russian).
3. Efremov G.A., Simon'yants R.P. [Highly efficient system of training of engineers at the Aerospace Faculty of the Bauman MSTU at NPO Mashinostroeniya. *Polet*, 2000, pp. 71-74. (in Russian).
4. Fedorov I.B., Simon'yants R.P. [20 years of experience of effective use of the intellectual potential of students of the Aerospace Faculty]. *Aerokosmicheskie tekhnologii, 2004–2007: Trudy Vserossiyskikh i Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskikh konferentsiy* [Aerospace Technology, 2004-2007: Proceedings of the Russian and International scientific and technical conferences], Reutov - Moscow, 2004-2007. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2008, pp. 10-12. (in Russian).
5. Simon'yants R.P. [Integration technologies of training of specialists for enterprises of space industry]. *Polet*, 2002, no. 11, pp. 58-60. (in Russian).
6. Pervyy Vsemirnyy doklad YuNESKO po inzhenernym naukam: nekhvatka inzhenerov – ugroza razvitiyu [The 1st UNESCO World Report on engineering sciences: shortage of engineers - a threat to development]. France, 2010. Available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf> , accessed 25.01.2014.

7. The 1st International Education Forum on Aeronautical and Astronautical Engineering. Beijing, 2012. Available at: <http://www.polyu.edu.hk/me/en-us/Staffevents/detail/44> , accessed 23.12.2013.
8. Mezhdunarodnaya assotsiatsiya PEGASUS [International Association of PEGASUS]. France, 2014. Available at: <http://www.pegasus-europe.org> , accessed 23.12.2013.
9. Mezhdunarodnyy nauchno-prakticheskiy seminar-trening “Peredovoy opyt inzhenernoy podgotovki s uchastiem promyshlennosti v universitetakh Evropy” [International scientific and practical training seminar “Advanced experience of engineering training with the participation of industry in European universities”], Prague, 7-11 November, 2011. In: website of All-Russian Public Organisation “Association for Engineering Education of Russia”, 2011. Available at: <http://aeer.ru/aeernews/ru/1740.htm> , accessed 25.01.2014. (in Russian).
10. European Society for Engineering Education. Brussels, 2014. Available at: <http://www.sefi.be> , accessed 25.01.2014.
11. International Federation of Engineering Education Societies (IFEES). Brussels. Available at: <http://www.sefi.be/ifees/> , accessed 25.01.2014.
12. Livanov D.V. *Ofitsial'noe otkrytie Mezhdunarodnogo seminarara po voprosam innovatsiy i reformirovaniyu inzhenernogo obrazovaniya* [The official opening of the international seminar on innovation and reforming of engineering education]. Moscow, 2011. Available at: <http://old.misis.ru/ru/4556/ctl/Details/mid/9959/ItemID/5980> , accessed 18.01.2014. (in Russian).
13. MAI vstupil vo Vsemirnyuyu Initsiativu CDIO [MAI joined the World CDIO Initiative]. In: website of MAI, Moscow, 2009. Available at: http://www.mai.ru/events/news/detail.php?ELEMENT_ID=34817 , accessed 27.01.2014. (in Russian).
14. Treshchev A.M., Sergeeva O.A. [The worldwide CDIO initiative as a context of tertiary education]. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana - Science and Education of the Bauman MSTU*, 2012, no. 9. Available at: <http://technomag.bmstu.ru/doc/520108.html> , accessed 18.01.2014. (in Russian).
15. Gerdi V.N., Dorofeev A.A., Zavarzin V.I., Simon'yants R.P., Yudachev S.S. [Job-oriented preparation of specialists at the Bauman MSTU at sectoral faculties of major Scientific and Production Associations]. *Vserossiyskaya nauchno - metodicheskaya konferentsiya “Strategiya razvitiya universitetskogo tekhnicheskogo obrazovaniya v Rossii”* [Russia scientific and methodical conference “Strategy of development of university technical education in Russia”], Moscow, 4-6 February 1998. Moscow, Bauman MSTU Publ., 1998. (in Russian).
16. Simon'yants R.P., Fokin Yu.G. *Sistema napravlennoy inzhenernoy podgotovki studentov na fakul'tete pri bazovom NPO* [System of job-oriented engineering training of students at faculty at the base of Scientific and Production Association]. Moscow, NIIVO Publ., 1994. 24 p. (*Soderzhanie, formy i metody obucheniya v vysshey shkole* [Content, forms and methods of teaching in higher education]; iss. 3). (in Russian).
17. Simon'yants R.P. [Aerospace faculty trains the elite specialists for NPO Mashinostroyeniya]. *Aerokosmicheskie tekhnologii, 2004–2007: Trudy Vserossiyskikh i Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskikh konferentsiy* [Aerospace Technology, 2004-2007: Proceedings of the Russian and

International scientific and technical conferences], Reutov – Moscow, 2004-2007. Moscow, Bauman MSTU Publ., 2008, pp. 314-316. (in Russian).

18. Simon'yants R.P., Kuranov E.G. [Continuous scientific and industrial practice of students of the Aerospace Faculty of the Bauman MSTU and its connection with the decision of industrial tasks of NPO Mashinostroyeniya]. *Aerokosmicheskie tekhnologii: materialy Pervoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.N. Chelomeya* [Aerospace Technology: Proceedings of the First International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of academician V.N. Chelomey], RF, Moscow- Reutov, 24-25 May 2004. Moscow, Bauman MSTU Publ., NPO Mashinostroeniya Publ., 2004, pp. 350-351. (in Russian).

19. Khromushkin A.V., Kuranov E.G. [Diploma designing at enterprise as the final stage of job-oriented training of students]. *Aerokosmicheskie tekhnologii: materialy Pervoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.N. Chelomeya* [Aerospace Technology: Proceedings of the First International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of academician V.N. Chelomey], RF, Moscow- Reutov, 24-25 May 2004. Moscow, Bauman MSTU Publ., NPO Mashinostroeniya Publ., 2004, pp. 352-353. (in Russian).

20. Kozlov L.I., Minaev Yu.I. [Job-oriented intra-company training and personnel policy of enterprise]. *Aerokosmicheskie tekhnologii: materialy Pervoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.N. Chelomeya* [Aerospace Technology: Proceedings of the First International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of academician V.N. Chelomey], RF, Moscow- Reutov, 24-25 May 2004. Moscow, Bauman MSTU Publ., NPO Mashinostroeniya Publ., 2004, pp. 353-355. (in Russian).

21. Khromushkin A.V., Kozlov L.I. [Role of Aerospace Faculty of the Bauman MSTU in preservation of personnel potential of NPO Mashinostroyeniya]. *Aerokosmicheskie tekhnologii: materialy Pervoy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.N. Chelomeya* [Aerospace Technology: Proceedings of the First International Scientific Conference dedicated to the 90th anniversary of academician V.N. Chelomey], RF, Moscow- Reutov, 24-25 May 2004. Moscow, Bauman MSTU Publ., NPO Mashinostroeniya Publ., 2004, pp. 355-357. (in Russian).

22. Cimon'yants R.P. [The effectiveness of educational technology of engineering training with immersion of students in professional environment of science and production enterprise]. *Aktual'nye problemy rossiyskoy kosmonavtiki: Trudy 30 Akademicheskikh chteniy po kosmonavtike* [Actual problems of Russian cosmonautics: proc. of the 30th academic readings on Astronautics], Moscow, 2006. Moscow, Publ. of RAS Commission on scientific heritage of pioneers of space exploration, 2006, pp. 289-291. (in Russian).

23. Leonov A.G. [About design training specialists for aerospace industry]. *Aerokosmicheskie tekhnologii, 2010-2012: Sb. nauch. trudov* [Aerospace Technology, 2010- 2012: Collection of scientific papers]. Moscow, JSC MIC NPO Mashinostroyeniya Publ., Bauman MSTU Publ, 2012, pp. 13-30. (in Russian).

24. Fedorov I.B., Kolesnikov K.S., eds. *Nauchnye shkoly Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni N.E. Baumana. Istoriya razvitiya* [Scientific schools Moscow State

Technical University named after NE Bauman. History of development]. Moscow, Bauman MSTU Publ., 1995. 424 p. (in Russian).

25. Medovnikov D., Saraev V. *Innovatsionnaya sistema Fiztekha* [Innovative system of PTI]. Ekspert Online, 2013, 10 April. Available at: <http://expert.ru/expert/2013/44/innovatsionnaya-sistema-fizteha/> , accessed 10.03.2014. (in Russian).

26. Dorofeev A., Luk'yashenko A. [Training of engineers: biocorporation component]. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2000, no. 1, pp. 106-113. (in Russian).