

## **ИННОВАЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ: ОПЫТ НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТОМСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

На 22-м заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России, состоявшемся 30 марта 2011 г. в Магнитогорске, Президент Д.А.Медведев обратил особое внимание на необходимость и важность развития инженерного образования в стране. Технологическое развитие производства во многом определяется результатами инженерной деятельности и, соответственно, качеством подготовки специалистов в области техники и технологий в вузах, то есть качеством инженерного образования. Инженерная деятельность в постиндустриальном обществе приобретает все более интегрированный, комплексный и инновационный характер. Повышать качество высшего профессионального образования в области техники и технологий в российских вузах необходимо на основе сохранения и развития лучших отечественных традиций с использованием передового зарубежного опыта [1].

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) реализует Программу развития научных исследований и инженерного образования по приоритетным направлениям, согласованным со стратегическими направлениями модернизации экономики страны и формирующимися технологическими платформами:

- рациональное природопользование и глубокая переработка природных ресурсов,
- традиционная и атомная энергетика, альтернативные технологии производства энергии,
- нанотехнологии и пучково-плазменные технологии создания материалов с заданными свойствами,
- интеллектуальные информационно-телекоммуникационные системы мониторинга и управления,
- неразрушающий контроль и диагностика в производственной и социальной сферах.

Программой развития предусмотрено создание в университете образовательной среды мирового уровня и генерация профессиональной элиты в области ресурсоэффективных технологий. Одним из показателей эффективности реализации Программы является доля основных образовательных программ по приоритетным направлениям развития, согласованных с международными стандартами (14% в 2010 г., 45% в 2018 г.)». В 2010 г. для достижения запланированных результатов в университете проводилась работа по ряду инновационных направлений, связанных с разработкой и внедрением собственного

образовательного стандарта на основе ФГОС и международных стандартов инженерного образования, международной аккредитацией образовательных программ и сертификацией квалификаций профессиональных инженеров.

### **Международная сертификация инженеров.**

За более чем столетнюю историю подготовки инженерных кадров в России и Советском Союзе сформировались определенные традиции, в том числе присвоение квалификации «инженер» выпускникам технических вузов непосредственно после освоения ими одноуровневых образовательных программ. Аналогичные традиции существуют в странах континентальной Европы, таких, как Германия, Франция, Италия и другие.

В англо-саксонских странах Европы (Великобритания, Ирландия), а также в США, Канаде, Австралии, Новой Зеландии и др., давно и успешно реализующих систему двухуровневой подготовки (бакалавр-магистр), сложилась другая традиция. Это традиция присвоения инженерных квалификаций (*Incorporated Engineer, Chartered Engineer, Professional Engineer*) бакалаврам и магистрам - выпускникам вузов, освоившим образовательные программы в области техники и технологий, накопившим определенный опыт профессиональной деятельности в течение нескольких лет после окончания вуза и прошедшим специальную процедуру сертификации.

В настоящее время в Европе в рамках Болонского процесса двухуровневая система высшего образования получает широкое распространение. В России, присоединившейся к Болонскому процессу в 2003 г., двухуровневая система подготовки (бакалавр-магистр) полномасштабно вводится с 2011 г. Это создает предпосылки для создания в континентальной Европе и России системы сертификации и регистрации профессиональных инженеров, аналогичной существующим в англо-саксонских странах.

В Европе систему сертификации и регистрации инженеров с присвоением квалификации *EurEng* и вручением *European Professional Engineering Card* развивает Федерация инженерных организаций 30 стран (*FEANI*). В нашей стране на базе Российского союза научных и инженерных обществ (РосНИО) в 2009 г. создан Мониторинговый комитет *FEANI*, участвующий в развитии общеевропейской системы. В рамках Организации азиатско-тихоокеанского экономического сотрудничества (*Asia - Pacific Economic Cooperation, APEC*) создан регистр профессиональных инженеров *APEC Engineer*



Рис. 1.

*Register*. В *APEC* входит 21 страна, в том числе США, Канада, Китай, Япония, Австралия, Новая Зеландия, Россия и другие. Ассоциацией инженерного образования России (АИОР) совместно с РосНИО создан Мониторинговый комитет *APEC Engineer Register*, позволяющий практикующим инженерам-выпускникам аккредитованных образовательных программ отечественных технических вузов получить сертификат регистрации в *APEC Engineer Register*.

Международная сертификация российских инженеров – выпускников технических вузов обеспечивает им глобальную конкурентоспособность, профессиональную мобильность и является свидетельством высокого качества их подготовки к инженерной деятельности в соответствующих вузах. Таким образом, наличие у вуза выпускников, сертифицированных *de jure* по международным стандартам, может служить убедительным доказательством того, что вуз *de facto* входит в группу лидеров в системе высшего инженерного образования страны.

В 2010 г. в Национальном исследовательском Томском политехническом университете (ТПУ) при поддержке АИОР и РосНИО в рамках реализации Программы развития инновационной инфраструктуры создан Центр международной сертификации технического образования и инженерной профессии. Деятельность Центра регламентируется «Нормативно-организационными документами системы сертификации и регистрации профессиональных инженеров в Российском регистре инженеров *APEC* и международном *APEC Engineer Register*» ([2], рис.1). Нормативно-организационные документы разработаны на основе международных стандартов, согласованных в рамках *APEC Engineer Agreement*, и руководства *The APEC Engineer Manual* [3].

Центр международной сертификации технического образования и инженерной профессии ТПУ формирует экзаменационные комиссии с привлечением ведущих специалистов соответствующих отраслей промышленности, проводит экзаменационные испытания для претендентов по проверке и оценке их универсальных, профессиональных и специальных компетенций в определенных областях профессиональной инженерной деятельности. Экзамены проводятся в письменном виде, а также в форме устного интервью. Решения комиссий Центра утверждаются на заседаниях Мониторингового комитета. Претендентам, успешно сдавшим экзамены, вручаются соответствующие сертификаты (рис.2). Данные о них размещаются в Российском и международном регистрах Инженеров *APEC* (рис.3).



Рис. 2

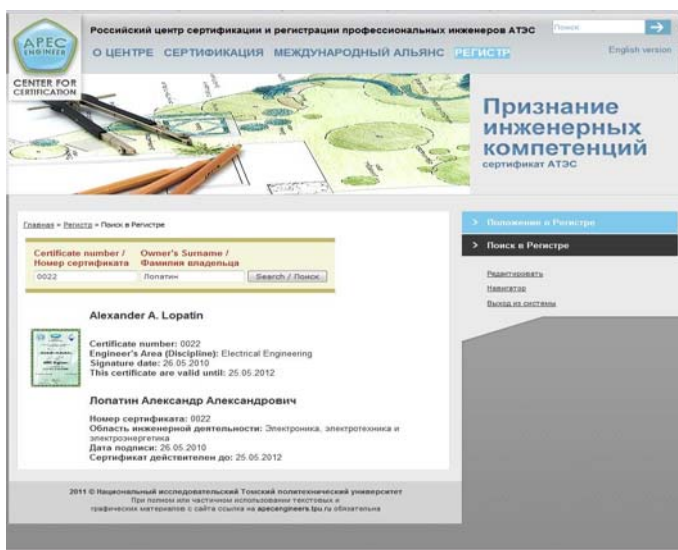


Рис.3.

Согласно *The APEC Engineer Manual* определено 12 областей профессиональной деятельности, по которым осуществляется сертификация и регистрация инженеров:

- аэрокосмическая техника (*Aerospace Engineering*),
- биотехнологии (*Bioengineering*),
- химические технологии (*Chemical Engineering*),
- гражданское строительство (*Civil Engineering*),
- инженерная защита окружающей среды (*Environmental Engineering*),
- электроника, электротехника и электроэнергетика (*Electrical Engineering*),
- геотехнологии (*Geotechnical Engineering*),
- информатика и вычислительная техника (*Information Engineering*),
- машиностроение (*Mechanical Engineering*),
- горное дело (*Mining Engineering*),
- нефтегазовое дело (*Petroleum Engineering*),
- транспортная техника (*Transportation Engineering*).

В соответствии с международными критериями сертификации и регистрации профессиональных инженеров в *APEC Engineer Register* к претендентам предъявляются определенные требования. Претендент на регистрацию должен:

- быть выпускником вуза по аккредитованной инженерной программе,
- иметь право на ведение самостоятельной профессиональной инженерной деятельности,
- иметь не менее 7 лет опыта практической инженерной деятельности после окончания вуза,
- иметь не менее 2 лет опыта работы на ответственной руководящей должности при выполнении важного инженерного проекта,
- постоянно повышать свою профессиональную квалификацию,

- действовать в рамках Кодекса профессиональной этики.

Центр международной сертификации технического образования и инженерной профессии ТПУ начал работать в апреле 2010 г. Первыми предприятиями – участниками «пилотного» проекта сертификации и регистрации инженеров стали: крупнейший российский производитель спутниковых систем «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнёва» (г. Железногорск), ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева», ОАО «Сибэлектромотор» (г. Томск) и др. В проекте приняли участие 42 ведущих инженера, работающих на данных предприятиях. Успешно прошли испытания и сертифицированы на соответствие критериям международного регистра *APEC Engineer Register* – 30 претендентов, третья часть которых – выпускники Томского политехнического университета.

Центром создан современный двуязычный веб-портал (<http://www.ApecRegister.tpu.ru>). Российский регистр инженеров *APEC* в настоящее время доступен с официального сайта Международного инженерного альянса *IEA* (<http://www.ieaagreements.org/APEC/signatories.cfm>). Первые результаты работы Центра и обсуждение их с представителями промышленных предприятий указали на необходимость разработки специальной программы повышения квалификации претендентов на международную сертификацию и регистрацию. Такая программа «Международная сертификация и регистрация профессиональных инженеров в России» разработана в ТПУ и готовится к «пилотированию». Целью программы является развитие профессиональных и универсальных компетенций практикующих инженеров до уровня, необходимого для международной сертификации и регистрации в системах *APEC Engineer Register* и *FEANI Register*.

По результатам 12-го Всероссийского форума «Образовательная среда - 2010», проходившего во Всероссийском выставочном центре в Москве, проект «Система сертификации и регистрации профессиональных инженеров в Международном *APEC Engineer Register*» получил высшую награду форума - Гран-при и награжден дипломом и медалью (рис. 4).

Реализуемый Национальным исследовательским Томским политехническим университетом совместно с АИОР и РосНИО проект по созданию в России международно-признанной национальной системы сертификации и регистрации



Рис. 4.

профессиональных инженеров позволяет не только сохранить термин «инженер» в условиях перехода высшей школы на уровневую подготовку (бакалавр-магистр), но и повысить статус инженера. Система сертификации и регистрации инженеров способствует:

- развитию технического образования и инженерной профессии в стране и повышению их привлекательности,
- повышению качества подготовки выпускников образовательных программ в области техники и технологий в вузах страны,
- стимулированию непрерывного повышения квалификации и совершенствования профессиональных компетенций практикующих инженеров,
- формированию высококвалифицированного инженерного корпуса страны для развития производства, малого и среднего инновационного бизнеса и национальной экономики,
- повышению международного престижа, конкурентоспособности и мобильности российских инженеров.

#### **Международная аккредитация образовательных программ.**

Как уже отмечалось, для международной сертификации и регистрации профессиональный инженер должен освоить в вузе образовательную программу, аккредитованную по международным стандартам. Международное признание качества инженерных программ вузов осуществляется в рамках деятельности таких авторитетных организаций как Вашингтонское соглашение (*Washington Accord*, 1989 г.), участниками которого являются общественно-профессиональные организации: *ABET* (США), *ECUK* (Великобритания), *Engineers Canada* (Канада), *JABEE* (Япония) и др., а также Европейская сеть по аккредитации инженерного образования (*European Network for Accreditation of Engineering Education, ENAEE*), оценивающая качество двухуровневых инженерных программ по согласованным *EUR-ACE* - стандартам в вузах Германии, Франции, Великобритании, Ирландии, Португалии, Турции и России. В ближайшее время к сети *ENAEE* планируют присоединиться инженерные организации Италии, Испании, Голландии, Швейцарии и других стран Европы.

Томский политехнический университет регулярно подвергает свои образовательные программы в области техники и технологий внешней оценке с участием отечественных и зарубежных экспертов. В 1995 г. ТПУ впервые обратился за внешней оценкой своих программ в Аккредитационный независимый центр инженерных специальностей и десять программ успешно прошли в нем аккредитацию. В 2000 г. ТПУ пригласил экспертов *Global Alliance for Transnational Education (GATE)* из США, Австралии и Новой Зеландии для

оценки четырех программ подготовки специалистов, обучение по которым велось на английском языке. Аудит подтвердил, что университет руководствуется основными международными принципами транснационального образования и программы впервые в России были сертифицированы *GATE*.

В 2005 г. образовательная программа подготовки дипломированных специалистов в ТПУ по направлению *Computer Engineering* успешно прошла аудит в Совете по аккредитации инженерного образования Канады (*Canadian Engineering Accreditation Board - CEAB*). В 2008 г. повторный аудит *CEAB* подтвердил высокое качество данной программы. В 2006 г. программа подготовки бакалавров по направлению *Electrical Engineering* прошла оценку в Совете по аккредитации программ в области техники и технологий США (*ABET*). Содержание программы и ее качество было признано соответствующим аналогичным программам университетов США, аккредитованным *ABET*.

С 2003 по 2010 гг. 23 программы подготовки в ТПУ бакалавров, магистров и дипломированных специалистов в области техники и технологий успешно прошли общественно-профессиональную аккредитацию в Ассоциации инженерного образования России, в том числе 18 - с присвоением европейского знака качества *EUR-ACE Label* и занесением их в регистр Европейской сети по аккредитации инженерного образования *ENAE* и Федерации европейских инженерных организаций *FEANI* (рис. 5, 6).

Наличие у вуза образовательных программ, получивших международное признание, свидетельствует о высоком качестве подготовки выпускников – будущих инженеров к профессиональной деятельности, что является предпосылкой для их последующей международной сертификации и регистрации. В 2010 г. 8 программ подготовки бакалавров и магистров по приоритетным направлениям развития ТПУ получили международную аккредитацию на соответствие стандартам *EUR-ACE* ([www.ac-raee.ru](http://www.ac-raee.ru)).

Национальный исследовательский Томский политехнический университет совместно с АИОР и другими партнерами – вузами и профессиональными инженерными организациями в России и за рубежом активно участвует в развитии международно-признанной национальной системы общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий. Современные критерии оценки качества программ и требования АИОР к компетенциям бакалавров, магистров и специалистов в области техники и технологий согласованы с требованиями ФГОС, Международного инженерного альянса (*IEA Graduate Attributes and Professional Competencies*) и с требованиями Европейской сети по аккредитации инженерного образования (*EUR-ACE Framework Standards*) [3 - 5].



Рис. 5.



Рис.6.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете с участием экспертов АИОР разработаны и успешно реализуются программы повышения квалификации руководителей и преподавателей российских вузов в области проектирования инженерных образовательных программ, соответствующих критериям международной аккредитации. С 2010 г. ТПУ является координатором международного проекта «*Engineering Curricula Design Aligned with EQF and EUR-ACE Standards*» (511121-TEMPUS-1-2010-1-DE-TEMPUS-JPCR), в рамках которого выполняются методические разработки и проводятся семинары по современным технологиям проектирования образовательных программ в области техники и технологий.

### **Образовательный стандарт.**

Критерии, используемые при оценке качества и аккредитации, могут служить хорошим ориентиром при разработке и проектировании в вузах уровневых образовательных программ в области техники и технологий. Это целесообразно предусмотреть в собственных образовательных стандартах ведущих вузов.

В условиях перехода российской высшей школы на ФГОС третьего поколения новой редакцией Закона РФ «Об образовании» ведущим вузам, в том числе федеральным и национальным исследовательским университетам, предоставлены академические свободы разработки и реализации программ высшего профессионального образования на основе собственных образовательных стандартов и требований. При этом «требования к условиям реализации и к результатам освоения основных образовательных программ, включаемые в такие образовательные стандарты, не могут быть ниже соответствующих требований



федеральных государственных образовательных стандартов» (Закон РФ «Об образовании», ст.7, п.2. в редакции 2009 г.).

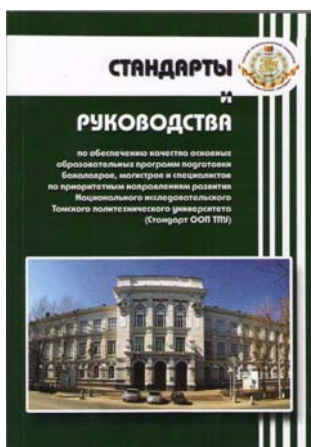
Ведущие вузы могут воспользоваться предоставленными академическими свободами и разработать собственные стандарты основных образовательных программ (ООП) в области техники и технологий, где требования ФГОС будут дополнены требованиями международных стандартов инженерного образования.

В Томском политехническом университете проектирование и реализация ООП осуществляется по «Образовательным стандартам ТПУ» начиная с 1995 года. В 1995 и 2001 гг. были введены в действие две версии «Образовательного стандарта ТПУ», разработанные, соответственно, на основе ГОС ВПО первого и второго поколений. В «Образовательном стандарте ТПУ» версии 2001 г. были установлены требования к структуре и содержанию ряда ООП с учетом международных стандартов на основе Приказа Минобразования РФ от 28.06.1999 г. № 48 «О проведении в Томском политехническом университете эксперимента по экспорту образовательных услуг в страны дальнего зарубежья».

С 2000 г. «Образовательный стандарт ТПУ» является неотъемлемой частью Системы менеджмента качества, сертифицированной на соответствие международному стандарту *ISO 9001*. Он регламентирует разработку, реализацию, оценку качества и непрерывное совершенствование основных образовательных программ с учетом миссии, традиций, мировых тенденций, корпоративной культуры, стратегии и других особенностей вуза.

В 2008 г. в рамках выполнения Инновационной образовательной программы ТПУ «Развитие в университете опережающей подготовки элитных специалистов и команд профессионалов мирового уровня по приоритетным направлениям науки, техники и технологий» была разработана третья версия Стандарта ООП ТПУ на основе концепции ФГОС третьего поколения.

В 2010 г. введены в действие «Стандарты и руководства по обеспечению качества основных образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития Национального исследовательского Томского политехнического университета» с учетом международных стандартов инженерного образования [6] (рис. 7).



Стандарт ООП ТПУ - 2010 предназначен для использования во всех структурных подразделениях университета, участвующих в разработке, реализации, мониторинге и совершенствовании основных образовательных

программ в области техники и технологий по приоритетным направлениям развития.

Стандарт ООП ТПУ-2010 разработан на основе концепции ФГОС, а также международных стандартов инженерного образования и является комплексной институциональной нормой качества высшего образования, обеспечиваемого университетом. Стандарт ООП ТПУ-2010 определяет требования к уровневым основным образовательным программам подготовки выпускников с высшим профессиональным образованием в области техники и технологий (бакалавр, магистр, специалист) по различным направлениям и является обязательным для исполнения всеми структурными подразделениями университета.

Стандарт ООП ТПУ – 2010 ориентирован на:

- структуру и номенклатуру уровневых программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов в рамках Болонского процесса: *Bachelor (FCD) – Master (SCD) – Integrated Maser (SCD)*,
- требования к профессиональным инженерам со стороны международных сертифицирующих и регистрирующих организаций (*EMF, APEC Engineer Register, FEANI*),
- требования к выпускникам инженерных программ со стороны международных аккредитующих организаций (*IEA, ENAEE*),
- международные критерии аккредитации инженерных программ (*WA, EUR-ACE*) и интегрирующие их критерии общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий АИОР,
- методологию компетентностного подхода (*Outcome-Based Approach*) к проектированию, реализации и оценке качества образовательных программ,
- кредитно-накопительную систему (*ECTS*) оценки результатов обучения и содержания образовательных программ, рейтинговую систему оценки качества освоения программ студентами,
- асинхронную организацию учебного процесса с приоритетом самостоятельной работы студентов (*Learning VS Teaching*) и личностно-ориентированные образовательные технологии (*Student – Centred Education*),
- европейские рекомендации по управлению качеством образовательной деятельности в вузе в рамках Болонского процесса (*Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*),
- требования международного стандарта *ISO 9001:2008 (IWA 2:2007)* к управлению процессами, обеспечивающими образовательную деятельность в вузе в интегрированной системе менеджмента качества.

Стандарт ООП ТПУ – 2010 включает следующие разделы:

1. Общие сведения о ТПУ (история, миссия, стратегия).
2. Назначение и область применения Стандарта ООП ТПУ.
3. Термины, определения, обозначения (на русском и английском языках).
4. Общие требования к ООП.
5. Требования к результатам освоения ООП.
6. Требования к разработке и проектированию ООП.
7. Требования к структуре и содержанию ООП.
8. Требования к условиям реализации ООП.
9. График учебного процесса.
10. Учебный план (базовый и индивидуальный).
11. Учебно-методический комплекс модуля (дисциплины).
12. Требования к оценке результатов освоения ООП.
13. Требования к мониторингу и совершенствованию ООП.
14. Состав нормативной и учебно-методической документации ООП.
15. Порядок утверждения и внесения изменений в Стандарт ООП ТПУ.

Внедрение Стандарта ООП ТПУ - 2010 – это модернизация образовательной деятельности университета по направлениям: содержание образования, образовательные технологии, организация учебного процесса, мониторинг и оценка качества результатов реализации ООП, открытость информации по программам.

Для разработки содержания образования предусмотрена новая технология проектирования ООП, включающая:

- планирование компетенций выпускников на основе требований ФГОС, критериев международной аккредитации программ, запросов работодателей и других заинтересованных сторон,
- определение согласованных целей ООП (компетенций профессиональных инженеров) и результатов обучения (компетенций выпускников ООП),
- оценку результатов обучения по ООП в кредитах *ECTS*,
- декомпозицию результатов обучения (знания, умения и опыт выпускников),
- распределение результатов обучения по циклам ООП согласно ФГОС,
- формирование модулей ООП по планируемым результатам обучения,
- оценку модулей (дисциплин) ООП в кредитах *ECTS*.

В 2010 г. Национальный исследовательский Томский политехнический университет присоединился к Межотраслевому производственному объединению работодателей Томской

области, включающему 30 крупных промышленных предприятий. С этими предприятиями и компаниями - стратегическими партнерами из других регионов страны ТПУ согласовал требования к результатам обучения (компетенциям выпускников) по основным образовательным программам, разрабатываемым на основе Стандарта ООП ТПУ - 2010.

При разработке образовательных технологий реализации ООП ТПУ предусмотрено:

- оптимальное сочетание форм организации (лекция, лабораторная работа, семинар, проект, производственная практика, НИРС и УИРС и др.) и методов активизации образовательной деятельности (методы *IT*, работа в команде, *case-study*, деловая игра, проблемное, контекстное, междисциплинарное обучение и др.).

Для ресурсоэффективной организации и фундаментализации учебного процесса в университете осуществляется:

- унификация ООП по циклам (Б.1, С.1, Б.2, С.2, М.1) для родственных направлений подготовки, обеспечивающая фундаментальность инженерного образования,
- оптимизация ООП по циклам (Б.3, С.3, М.2) для родственных направлений, обеспечивающая вариативность профессиональной подготовки,
- формирование индивидуальных учебных планов и асинхронный процесс обучения студентов с накоплением кредитов,
- внутрироссийская и международная академическая мобильность студентов, в том числе реализация совместных *Double Degree*-программ с ведущими отечественными и зарубежными университетами.

Мониторинг и оценка качества результатов реализации основных образовательных программ ТПУ предполагает:

- создание фонда оценочных средств для измерения результатов обучения и экспертной оценки компетенций студентов,
- применение рейтинговой системы для непрерывного контроля качества освоения ООП студентами и совершенствования образовательного процесса.

Открытость информации по ООП в соответствии с требованиями Стандарта ООП ТПУ – 2010 обеспечивается:

- организацией и контролем свободного доступа студентов ко всем видам информационных ресурсов ООП,
- доступной для студентов и других заинтересованных сторон информацией об ООП, а также о критериях и процедурах оценки качества освоения ООП,
- информацией об успешности освоения ООП студентами, их достижениях в научно-образовательной и общественной деятельности.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет в 2010 г. перешел на уровневую подготовку бакалавров и магистров по 47 направлениям и специалистов по 8 специальностям в рамках ФГОС третьего поколения. В настоящее время в университете в соответствии с Программой развития на период 2009 - 2018 гг. осуществляется масштабная и глубокая модернизация образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям на основе Стандарта ООП ТПУ - 2010.

#### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Чучалин А.И. Качество инженерного образования. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.- 124 с.
2. Чучалин А.И., Чубик П.С., Замятин А.В. Нормативно-организационные документы системы сертификации и регистрации профессиональных инженеров в Российском регистре Инженеров *APEC* и международном *APEC Engineer Register* // Изд-во ТПУ, Томск, 2010, 80 с.
3. [www.washingtonaccord.org](http://www.washingtonaccord.org) Международный инженерный альянс (*International Engineering Alliance, IEA.*)
4. [www.ac-raee.ru](http://www.ac-raee.ru) Аккредитационный центр Ассоциации инженерного образования России.
5. [www.enaee.eu](http://www.enaee.eu) Европейская сеть аккредитации инженерного образования (*European Network for Accreditation of Engineering Education, ENAEE*).
6. Стандарты и руководства по обеспечению качества основных образовательных программ подготовки бакалавров, магистров и специалистов по приоритетным направлениям развития Национального исследовательского Томского политехнического университета (Стандарт ООП ТПУ) // Сборник нормативно-производственных материалов, Под ред. А.И. Чучалина, Е.Г. Язикова, Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010, 150 с.