



---

Статья поступила в редакцию 09.03.07

А.И. Чучалин

## АМЕРИКАНСКАЯ И БОЛОНСКАЯ МОДЕЛИ ИНЖЕНЕРА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЕТЕНЦИЙ

### Аннотация

---

*На основе анализа требований к компетенциям профессиональных инженеров и выпускников инженерных программ вузов, содержащихся в документах различных международных организаций (Washington Accord, Engineers Mobility Forum, Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieurs, European Network for Accreditation of Engineering Education), рассматриваются особенности американской и болонской моделей инженера, которые целесообразно принять во внимание при создании новых Федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки специалистов в области техники и технологий в российских вузах.*

### Введение

---

Коллегией Министерства образования и науки Российской Федерации 1 февраля 2007 г. одобрены концепция и макет нового Федерального государственного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО), предполагающие переход на двухуровневую подготовку специалистов по абсолютному большинству направлений, в том числе в области техники и технологий. Особенностью ФГОС ВПО третьего поколения является их ориентация на компетенции специалистов. В ближайшее время планируется привлечение работодателей, профессиональной и академической общественности к определению требований к компетенциям бакалавров и магистров по соответствующим направлениям для разработки профессиональных и образовательных стандартов.

Принятым Министерством образования и науки РФ решениям предшествовало обсуждение концепции очередного этапа модернизации отечественного высшего профессионального образования, в том числе с анализом мирового опыта планирования и оценки качества подготовки специалистов на основе компетенций [1—7].

В результате принятых решений инженерное образование в России будет серьезно реформировано после разработки и введения в действие новых стандартов подготовки бакалавров и магистров. Целесообразно еще раз обратиться к зарубежному опыту



и учесть тенденции в европейском и мировом инженерном образовании при разработке ФГОС ВПО на основе планирования различных компетенций для специалистов в области техники и технологий с высшим образованием первого и второго уровня. Следует принять во внимание две основные перспективные модели двухуровневой подготовки инженеров: традиционную американскую и болонскую, формирующуюся в Европе в рамках Болонского процесса.

Американская модель инженерного образования и подготовки специалистов в области техники и технологий сегодня весьма авторитетна и популярна в мире. Она включает обучение в университете после 12-летней средней школы по аккредитованной инженерной программе не менее четырех лет и получение академической степени «бакалавр» с последующим лицензированием, регистрацией (сертификацией) и присвоением статуса «профессиональный инженер» по истечении определенного срока успешной работы по специальности. Такая модель подготовки инженеров реализуется во многих странах, в первую очередь в странах — участниках Washington Accord (WA) и Engineers Mobility Forum (EMF): США, Канаде, Японии, Южной Корее, Австралии и др. [5; 6].

Следует отметить, что при двухуровневой структуре высшего образования в этих странах степень «магистр» в области инженерных наук не является принципиально важной при занятиях практической инженерной деятельностью. Она рассматривается скорее как свидетельство более глубокой специализации. Гораздо важнее накопленный положительный опыт практической инженерной работы, который требуется для допуска к экзаменам на статус профессионального инженера, — до 7 лет согласно требованиям EMF.

Континентальная Европа в рамках Болонского процесса в настоящее время активно вводит двухцикловую систему высшего образования, преобразуя, таким образом, и модель подготовки инженеров. Предполагается, что после усвоения в университете 3-летней программы первого цикла в области техники и технологий выпускник с академической степенью «бакалавр» будет готов к началу практической инженерной деятельности. Это в принципе не противоречит существующей в Европе системе сертификации (регистрации) инженеров в рамках деятельности Европейской федерации национальных ассоциаций инженеров (Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieurs (FEANI)) [5; 6]. По истечении четырех лет положительного опыта практической работы специалист с академической степенью «бакалавр», полученной в результате освоения в вузе 3-летней программы, может претендовать на звание «европейский инженер». Однако, в отличие от системы EMF, два года практической деятельности специалиста со степенью «бакалавр» в системе FEANI могут быть заменены обучением в университете по 2-летней программе второго цикла с присвоением академической степени «магистр».

Изменение системы подготовки инженеров в Европе в связи с развитием Болонского процесса все еще беспокоит многих



специалистов в промышленности и ведущих технических университетах, особенно в Германии и Франции, где традиционно инженеров готовили по 5-летним программам. В том числе высказываются сомнения относительно качества подготовки инженеров по сокращенным до 3 лет программам первого цикла [8].

В нашей стране, присоединившейся к Болонскому процессу в 2003 г., система высшего образования уже полтора десятилетия находится в стадии реформирования. Сейчас начинается новый этап модернизации, связанный с разработкой и введением Федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения и массовым переходом на двухуровневую систему «бакалавр (4 года) — магистр (2 года)» с сохранением лишь малого перечня интегрированных 5-летних программ подготовки «специалистов». Таким образом, намечаются серьезные изменения в подготовке инженеров и в России, а именно сокращение длительности обучения в вузе минимум на один год — переход с 5-летних программ подготовки «дипломированных специалистов» на 4-летние программы получения степени бакалавра, что уже с тревогой обсуждалось [7].

Новые стандарты еще не разработаны, а дискуссии относительно сомнительного качества подготовки бакалавров к инженерной деятельности продолжаются. Причем меньшая продолжительность довузовского образования (11-летняя средняя школа) и отсутствие в России какой-либо системы послевузовского регулирования инженерной профессии (лицензирования, регистрации, сертификации инженеров) являются дополнительным поводом для беспокойства.

Важно объективно оценить ситуацию, в том числе сопоставить американскую и болонскую модели инженера, для принятия адекватных решений относительно содержания новых образовательных стандартов, будущей отечественной двухуровневой системы подготовки специалистов в области техники и технологий в вузах и послевузовского регулирования инженерной профессии в России. Сравнительный анализ различных моделей можно выполнить на основе требований к компетенциям инженеров, формализованных в известных документах, соответствующих различным моделям.

Американская  
модель  
инженера

---

Требования *EMF* к компетенциям профессиональных инженеров изложены достаточно четко и ясно [9]:

1. **применение универсальных знаний** (обладание широкими и глубокими принципиальными знаниями и умение их использовать в качестве основы для практической инженерной деятельности);

2. **применение локальных знаний** (обладание теми же знаниями и умение их использовать в практической деятельности в условиях специфической юрисдикции);

3. **анализ инженерных задач** (постановка, исследование и анализ комплексных инженерных задач);

4. **проектирование и разработка инженерных решений** (проектирование и разработка инженерных решений комплексных инженерных задач);



5. **оценка инженерной деятельности** (оценивание результатов *комплексной инженерной деятельности*);
6. **ответственность за инженерные решения** (ответственность за принятие инженерных решений по части или по всему *комплексу инженерной деятельности*);
7. **организация инженерной деятельности** (организация части или всего *комплекса инженерной деятельности*);
8. **этика инженерной деятельности** (ведение инженерной деятельности с соблюдением этических норм);
9. **общественная безопасность инженерной деятельности** (понимание социальных, культурных и экологических последствий *комплексной инженерной деятельности*, в том числе в отношении устойчивого развития);
10. **коммуникация** (ясность общения с другими участниками *комплексной инженерной деятельности*);
11. **обучение в течение всей жизни** (непрерывное профессиональное совершенствование, достаточное для поддержания и развития компетенций);
12. **здравомыслие** (руководство здравым смыслом при ведении *комплексной инженерной деятельности*);
13. **законность и нормативность** (соблюдение законодательства и правовых норм, охрана здоровья людей и обеспечение безопасности *комплексной инженерной деятельности*).

С учетом требований EMF к компетенциям профессиональных инженеров атрибутами выпускников университетов в странах — подписантах Washington Accord являются следующие [10] :

1. **академическое образование** (освоение аккредитованной образовательной программы продолжительностью, как правило, 4 года или более на базе среднего образования с получением академической степени бакалавра);
2. **знание инженерных наук** (применение математики, естественных и фундаментальных инженерных наук, а также знаний в области специализации для *концептуализации инженерных моделей*);
3. **анализ инженерных задач** (идентификация, постановка, исследование и решение *комплексных инженерных задач* с достижением результата за счет использования математических методов и методов инженерных наук);
4. **проектирование и разработка инженерных решений** (проектирование решений *комплексных инженерных задач*, разработка систем, компонентов или процессов, которые удовлетворяют специфическим требованиям с соответствующим учетом вопросов охраны здоровья и безопасности людей, культурных, социальных и экологических аспектов);
5. **исследования** (проведение исследований *комплексных инженерных задач*, включая постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных, синтез информации, необходимой для достижения требуемого результата);



6. **использование современного инструментария** (создание, выбор и применение соответствующих технологий, ресурсов и инженерных методик, включая прогнозирование и моделирование, для ведения *комплексной инженерной деятельности* в условиях определенных ограничений);

7. **индивидуальная и командная работа** (эффективное функционирование индивидуально и как члена или *лидера команды*, в том числе междисциплинарной);

8. **коммуникация** (эффективная коммуникация в процессе *комплексной инженерной деятельности* с профессиональным коллективом и обществом в целом, написание отчетов, создание документов, презентация материалов, выдача и прием ясных и понятных инструкций);

9. **инженер и общество** (понимание социальных и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности людей, учет законодательных ограничений и меры ответственности при ведении *комплексной инженерной деятельности*);

10. **этика** (приверженность профессиональной этике и ответственности, а также нормам инженерной практики);

11. **экология и устойчивое развитие** (понимание последствий инженерных решений в социальном контексте и демонстрация знаний для *решения проблем устойчивого развития*);

12. **проектный менеджмент и финансы** (знания в области менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, понимание связанных с ними ограничений);

13. **обучение в течение всей жизни** (осознание необходимости и способность к обучению в течение всей жизни).

Из содержания требований к знаниям и умениям американских бакалавров видно, что атрибуты выпускников университетов, соответствующие критериям WA, предполагают их готовность к *комплексной инженерной деятельности*.

Болонская  
модель  
инженера

Европейской организацией *FEANI* сформулированы следующие требования к профессиональным инженерам, претендующим на присвоение звания *Eurlng* [11]:

1. **понимание сущности** профессии инженера и обязанности служить обществу, профессии и сохранять окружающую среду посредством следования Кодексу профессионального поведения *FEANI*;

2. **наличие высокого уровня понимания** принципов инженерии, основанных на математике и других научных дисциплинах, имеющих отношение к специализации;

3. **общие знания об инженерной деятельности** в области специализации и о характере современного производства, включая использование материалов, компонентов и программного обеспечения;

4. **способность применять** соответствующие теоретические и практические методы к анализу и решению инженерных проблем;

5. **умение использовать** существующие и перспективные технологии, относящиеся к области специализации;



6. **знание инженерной экономики**, методов обеспечения качества, умение использовать техническую информацию и статистику;

7. **умение работать в команде** над междисциплинарными проектами;

8. **способность быть лидером**, включая административные, технические, финансовые и личностные аспекты;

9. **коммуникативные навыки** и поддержание необходимого уровня компетенции с помощью непрерывного профессионального развития;

10. **знание стандартов и правил**, соответствующих области специализации;

11. **следование постоянно развивающимся** техническим изменениям и творческий поиск в рамках профессии;

12. **свободное владение европейскими языками**, достаточное для общения при работе в Европе.

В рамках Болонского процесса в Европе на основе Dublin Descriptors принят документ *A Framework for Qualification of the ENEA*, описывающий в общем виде требования к квалификациям специалистов с высшим образованием и академической степени первого (FC) и второго (SC) циклов [12]:

1. **знания** (FC: знания, продвинутые по отношению к уровню средней школы; некоторые знания на уровне передовых достижений в профессиональной области. SC: знания, продвинутые по отношению к уровню первого цикла; знания, являющиеся базой для исследований в профессиональной области);

2. **применение знаний** (FC: применение знаний для решения задач в профессиональной области. SC: применение междисциплинарных знаний для решения *сложных профессиональных задач* в изменяющихся условиях);

3. **принятие решений** (FC: способность находить и интерпретировать данные для принятия решений в профессиональной области с учетом социальных и этических аспектов. SC: способность интегрировать *сложные знания* для принятия профессиональных решений в условиях неопределенности и недостатка информации с учетом социальных и этических аспектов);

4. **коммуникация** (FC: способность к информационным, идеологическим и проблемным коммуникациям в профессиональной среде и в аудитории неспециалистов. SC: способность к информационным, идеологическим и проблемным коммуникациям в профессиональной среде и в аудитории неспециалистов с ясным и *глубоким обоснованием своей позиции*);

5. **навыки самообучения** (FC: развитые навыки самообучения с высокой степенью автономии. SC: способность к самообучению *в условиях полной автономии*).

В рамках проекта *EUR-ACE (EUROpean ACcredited Engineer)* профессиональными организациями ряда европейских стран под руководством *FEANI* в 2004—2005 гг. были разработаны *EUR-ACE*



*Framework Standards for Accreditation of Engineering Programmes*, которые конкретизируют и усиливают требования к профессиональным и личностным компетенциям выпускников инженерных программ первого и второго циклов [13]:

1. **знания** (FC: естественнонаучные и математические знания, лежащие в основе инженерной деятельности в определенной сфере; системные профессиональные знания в данной области инженерных наук; междисциплинарные знания в широком контексте инженерной деятельности. SC: *глубокие принципиальные знания* в определенной сфере инженерной деятельности; знания о новейших достижениях в определенной области техники и технологий);

2. **инженерный анализ** (FC: применение знаний для идентификации, постановки и решения инженерных задач с использованием известных методов и приемов; использование знаний для анализа продуктов инженерной деятельности, процессов и методов; способность осуществлять выбор и применение соответствующих аналитических методов и методов математического моделирования. SC: решение *неизвестных ранее инженерных задач* в условиях неопределенности и конкуренции; постановка и решение инженерных задач в новых возникающих сферах специализации; использование знаний для создания *концептуальных инженерных моделей*, систем и процессов; применение *инновационных методов* для решения инженерных задач);

3. **инженерное проектирование** (FC: способность применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям; знание методов проектирования и способность использовать их на практике. SC: способность применять инженерные знания для принятия *неизвестных ранее проектных решений*, в том числе в смежных областях; творческий подход к *разработке новых идей и оригинальных методов*; способность использовать инженерное мышление для работы в сложных условиях технической неопределенности и недостаточности информации);

4. **исследования** (FC: способность осуществлять поиск литературы и использовать базы данных и другие источники информации, планировать и проводить эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы; навыки работы в мастерской и лаборатории. SC: способность идентифицировать, получать и размещать необходимые данные, *планировать и проводить аналитические исследования*, моделирование и эксперимент, критически оценивать данные и делать заключения, исследовать применение *новых технологий* в сфере своей инженерной деятельности);

5. **инженерная практика** (FC : способность осуществлять подбор и использование необходимого оборудования, инструментов и методов, соединять теорию и практику для решения инженерных задач; знание технологий и методов эксперимента, а также ограничений их применения; осведомленность об этических, экологи-



ческих и коммерческих последствиях инженерной практики. SC: способность интегрировать знания из различных сфер инженерной деятельности для решения *комплексных практических задач*; *глубокое понимание* применимости технологий и методов инженерной практики с учетом их ограничений; *знание этических, экологических и коммерческих ограничений в инженерной практике*);

**6. личные компетенции** (FC : способность эффективно работать индивидуально и как член команды, использовать различные методы эффективной коммуникации в профессиональной среде и социуме в целом; осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и законодательства в области ответственности за инженерные решения, в том числе в социальном и экологическом контексте; приверженность профессиональной этике, ответственности и нормам инженерной практики; осведомленность в вопросах проектного менеджмента и ведения бизнеса, таких как управление изменениями и менеджмент рисков; осознание необходимости и способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни. SC: выполнение всех критериев первого цикла на более высоком уровне требований; способность эффективно функционировать в качестве *лидера группы*, состоящей из специалистов разного уровня в различных областях профессиональной деятельности, работать в национальных и международных командах).

Сопоставление формальных требований к знаниям и умениям выпускников инженерных программ первого и второго циклов показывает, что в отличие от американской модели бакалавра—инженера болонская модель предусматривает сформированную готовность к *комплексной инженерной деятельности* у магистра-инженера. То есть «болонский» бакалавр-инженер, судя по планируемому результату обучения, действительно «отстает» от «американского» бакалавра-инженера.

Анализ требований к компетенциям показывает, что в американской модели бакалавр-инженер должен обладать «принципиальными знаниями», уметь «анализировать, решать и оценивать результаты решения комплексных инженерных задач», «осуществлять коммуникации и нести ответственность за принятие решений по всему комплексу инженерной деятельности», демонстрировать «знания для решения проблем устойчивого развития», быть «лидером команды».

В болонской модели от бакалавра-инженера требуется лишь обладать «системными профессиональными знаниями в определенной области наук», способностью их применять «для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям», иметь «навыки работы в мастерской и лаборатории», способность «осуществлять подбор и использовать необходимое оборудование, инструменты и методы», «работать как член команды».

И только магистр-инженер в болонской модели должен обладать «глубокими принципиальными знаниями», уметь «решать

Результаты  
анализа

---



неизвестные ранее задачи», создавать «концептуальные инженерные модели, системы и процессы», применять «инновационные методы для решения инженерных задач», разрабатывать «новые идеи», принимать «неизвестные ранее проектные решения», планировать и проводить «аналитические исследования», «интегрировать знания для решения комплексных практических задач», быть способным «эффективно функционировать в качестве лидера группы».

Такая дифференциация компетенций «болонских» бакалавров и магистров в области техники и технологий связана, очевидно, с тем, что концепция формирования инженерного корпуса в Европе отличается от американской модели. В американской модели специалисты со степенью «бакалавр» являются основой инженерного корпуса. Согласно болонским принципам бакалавр, подготовленный в области техники и технологии, как выпускник программы первого цикла должен иметь достаточную квалификацию для того, чтобы «войти» в инженерную профессию и найти себе соответствующее место на рынке труда. Профессиональное развитие инженера до уровня самостоятельного творчества предусматривается последующей магистерской подготовкой по программе второго цикла.

Таким образом, результаты формального анализа набора компетенций позволяют, на наш взгляд, позиционировать бакалавра—инженера американской модели выше бакалавра—инженера болонской модели, однако несколько ниже магистра-инженера той же модели. При этом требования *EMF* к профессиональному инженеру также превосходят требования *FEANI* к «европейскому» инженеру.

Выводы, основанные на результатах формального анализа компетенций, документированных в требованиях соответствующих профессиональных организаций, не следует абсолютизировать. Однако их можно иметь в виду при создании новых Федеральных государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки специалистов в области техники и технологий. Например, при разработке стандарта 4-летней программы подготовки бакалавра, ориентированного на практическую инженерную деятельность, целесообразно в качестве примера иметь модель «американского» бакалавра-инженера, а при создании стандарта 2-летней магистерской программы — соответствующую болонскую модель.

Подобным образом поступила Ассоциация инженерного образования России (АИОР) при разработке критериев общественно-профессиональной аккредитации образовательных программ в области техники и технологий в российских вузах, совместимых с критериями *WA* и *EUR-ACE* [14]. Как участник проекта *EUR-ACE* и один из учредителей European Network for Accreditation of Engineering Education (*ENAE*), АИОР с конца 2006 г. получила право присваивать *EUR-ACE Label* программам российских вузов, аккредитуемым в Аккредитационном центре АИОР. Это дает возможность отечественным специалистам — выпускникам аккредитованных программ претендовать на звание «европейский инженер» *FEANI*.



Что касается мирового признания инженерных программ российских вузов по линии *Washington Accord*, АИОР направила официальную заявку на вступление в эту организацию в 2007 г. и имеет поддержку Великобритании, Канады и Японии. Однако в случае присоединения России к *WA* признание получат лишь аккредитованные в Аккредитационном центре АИОР 5-летние программы подготовки «дипломированных специалистов», поскольку 4-летних программ подготовки бакалавров, ориентированных на практическую инженерную деятельность и отвечающих требованиям *WA*, в вузах России пока не существует. Кроме того, проблемой является 11-летняя средняя школа в России (во всех развитых странах мира — не менее 12 лет), сокращающая на один год общий срок обучения до начала занятия инженерной деятельностью (по стандартам *WA* требуется не менее 16 лет). Мировое признание российских инженеров по линии *EMF* будет возможно после создания в нашей стране системы регистрации и сертификации профессиональных инженеров, аналогичной существующим в странах — участниках *Engineers Mobility Forum*.

## Литература

---

1. Гребнев Л. Академическая и профессиональная квалификации (Болонский процесс и российское законодательство) // Высшее образование в России. 2006. № 6.
2. Розина Н.М. В поисках универсального языка: Госстандарты третьего поколения // Платное образование. 2006. № 9.
3. Татур Ю.Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалистов // Высшее образование сегодня. 2004. № 3.
4. Селезнева Н.А. Размышления о качестве образования: международный аспект // Высшее образование сегодня. 2004. № 3.
5. Похолков Ю.П., Чучалин А.И., Боев О.В. Гарантии качества подготовки инженеров: аккредитация образовательных программ и сертификация специалистов // Вопросы образования. 2004. № 4. С. 125—142.
6. Чучалин А.И., Боев О.В., Криушова А.А. Качество инженерного образования: мировые тенденции в терминах компетенций // Высшее образование в России. 2006. № 8. С. 9—18.
7. Похолков Ю.П., Чучалин А.И., Боев О.В. Бакалавр-инженер: реальность и перспективы для России // Высшее образование в России. 2004. № 9. С. 3—14.
8. CESAER: <http://www.cesaer.org/static/content/CESAER> Position on the European Qualifications Framework.
9. Engineers Mobility Forum: <http://www.ieagrements.com/EMF>.
10. Graduate Attributes and Professional Competencies: <http://www.ieagrements.com/GradProfiles.cfm>.
11. European Federation of National Engineering Associations: <http://www.feani.org>.
12. Shared "Dublin" descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards: <http://www.jointquality.com/content/descriptors/CompletesetDublinDescriptors.doc>.
13. EUR-ACE (EUROpean ACcredited Engineer): [http://www.feani.org/EUR\\_ACE/EUR\\_ACE\\_Main\\_Page.htm](http://www.feani.org/EUR_ACE/EUR_ACE_Main_Page.htm).
14. Ассоциация инженерного образования России: <http://www.aeer.ru>.