

# ИННОВАЦИОННОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Томский политехнический университет

**ABSTRACT:** The forming of an information society as the evolution tendency of a modern civilization, puts forward new requirements to intellectual potential of specialists, demands perfection and, frequently, change of existing systems of engineering education. In the beginning of 21 century a perspective direction for the Russian engineering education is innovative development.

Innovative engineering activity is directed on development and creation of the new technologies which have been lead up to a kind of a commodity output, providing new social and an economic level. Innovative engineering education is a process and result of purposeful forming of the certain knowledge, skills and methodological culture. It is complex preparation of specialists for innovative engineering activity in the field of engineering and technologies due to appropriate contents and methods of training.

In the article innovative educational technologies and techniques of training (the problem-oriented methods and the project-organized technologies of training) are examined. These technologies are directed on achievement of new quality of engineering education. Development at the specialist of a complex competences, including fundamental and technical knowledge, skill to analyze and solve a problem with use of the inter-disciplinary approach, readiness for communications and command work. The article estimates experience of foreign universities: Aalborg University (Denmark), Twente University (Holland), Queens University (Canada), Norwegian University of Science and Technology (Norway) on introduction of the given educational technologies. Besides the article examines ways of Tomsk Polytechnic University evolution, as university of innovative type, through transition to innovative engineering education.



Б. Л. Агранович



А. И. Чучалин



М. А. Соловьев

*" Скажи мне, и я забуду,  
Покажи мне, и я вспомню,  
Вовлеки меня в процесс, и я пойму,  
Отойди, и я буду действовать! "*

*Китайская пословица*

**Р**оссийская высшая школа переживает не лучшие времена. Более десятка лет она находится в состоянии стресса из-за недостатка средств и непрерывного реформирования, модернизации и т.д. При этом зачастую разговоры о реформах больше, чем реальных позитивных изменений. Есть мнение, что ничего менять не надо. Российское высшее образование, по-прежнему, является лучшим в мире. Надо просто дать высшей школе больше денег из государственной казны и все будет хорошо. Очевидно, не будет.

Наш "образ" и, соответственно, уровень жизни в России на сегодняшний день не являются лучшими. Поэтому российское высшее "образование" вряд ли можно считать лучшим в мире в настоящее время. По крайней мере, высшее инженерное образование, от которого напрямую зависит уровень развития техники и технологий. Как ни стыдно, приходится признать - после того как у нас появилась возможность выбирать, мы стали предпочитать импортную технику, созданную зарубежными инженерами.

Одним из лучших в мире действительно является российское высшее образование в области математики и естественных наук - физики, химии, биологии. Российское инженерное образование также богато традициями фундаментальной подготовки специалистов. Однако, в последнее время это богатство "на уровне знаний" все чаще реализуется нашими специалистами "на уровне умений" за рубежом. Таким образом, зарубежные фирмы используют интеллектуальный потенциал России для развития своего бизнеса и извлечения прибыли.

Возникает вопрос - почему инженеры с российским высшим образованием не могут создать качественную и конкурентоспособную технику в России? Что же действительно необходимо привнести в российское инженерное образование? Ответ может быть только один - инновационную составляющую. Российское инженерное образование должно стать инновационным инженерным образованием и готовить специалистов к инновационной инженерной деятельности. Об этом сейчас много говорят.

Что означает инновационная инженерная деятельность? Определений много и разных. По сути, это разработка и создание новой техники и технологий, доведенных до вида товарной продукции, обеспечивающей новый социальный и экономический эффект, а потому конкурентоспособной. В таком случае, инновационное инженерное образование - это процесс и результат целенаправленного формирования определенных знаний, умений и методологической культуры, а также комплексная подготовка специалистов в области техники и технологии к инновационной инженерной деятельности за счет соответствующих содержания и методов обучения.

Вопросы, связанные с инновационным инженерным образованием, широко обсуждаются в нашей стране и за рубежом [5]. Говорят о необходимости совершенствования инженерного образования в связи с изменениями, происходящими в отношениях фундаментальных и прикладных наук, технологическим и социальным развитием общества, совершенствованием производства, процессами глобализации мировой экономики и интернационализации образования.

Изучая взаимодействие науки, техники, технологий и промышленного производства, исследователи выделяют три основные фазы. Первая - до второй мировой войны - трансформация кустарного производства в промышленное, начало индустриализации и развития фундаментальной науки, как базы для создания новой техники и технологий. Вторая - послевоенный период до начала 70-х годов XX века - создание индустриального общества, развитие массового производства и превращение науки в непосредственную производительную силу. И, наконец, третья - формирование постиндустриального информационного общества, основанного на знаниях, когда потребность в инновациях ставит на один

уровень значимость фундаментальной и прикладной науки.

В эпоху индустриального общества основой технологического развития была фундаментальная наука. На базе нее создавались прикладные научные знания, используемые на практике. На этом принципе формировался и подход к инженерному образованию, широко используемый в настоящее время. Его суть заключается в том, что студентам вначале предлагается изучить математику и естественно-научные дисциплины, такие как физика и химия. При этом мало говорится о том, где и как можно и нужно использовать их на практике. Затем студентам предлагаются общеинженерные и специальные дисциплины, как прикладные науки, также, в основном, на уровне знаний без особых требований к их творческому использованию в реальном деле. Главным недостатком такого подхода к инженерному образованию является то, что в результате выпускник "может знать все, но не умеет делать ничего".

Переход к новому типу цивилизации - информационному обществу, предъявляющему более высокие требования к интеллектуальному потенциалу специалистов, вызвал необходимость изменения системы образования, его технологий, методик обучения, усиления их действенности по развитию творческого мышления, его инновационности и прогностичности - формирования так называемого "опережающего" образования [1].

Образование, как область социальной деятельности, должно опережать в своем развитии другие формы активности людей, особенно их хозяйственную деятельность. Исключение должна составлять только наука, и, прежде всего, фундаментальная, которая всегда была и будет главным источником наполнения "образовательного потенциала".

Опережающее профессиональное образование направлено на развитие у человека природной предрасположенности к получению знаний и переходу от концептуального осмысления действительности к решению прикладных социальных, управленческих, организационных, технологических задач.

В постиндустриальную эпоху обществом уже накоплена масса фундаментальных и прикладных знаний, создан огромный информационный ресурс и главной целью становится создание новой конкурентоспособной продукции и новых рынков за счет умелого управления знаниями. Инновации в технике и технологии в настоящее время формируются на междисциплинарной основе в результате передачи знаний из одной области в другую. Распределение и комбинация фундаментальных и прикладных знаний, а главное их использование "неожиданным образом" в практических целях становится главной задачей инженера в его инновационной деятельности.

В этой связи, развивается новый подход к инженерному образованию. В последнее десятилетие теории и практики инновационного инженерного образования

говорят о необходимости формирования у специалиста в области техники и технологии не только определенных знаний и умений, но и особых " компетенций ", сфокусированных на способности применения их на практике, в реальном деле, при создании новой конкурентоспособной продукции. Изменяются образовательные программы и учебные планы. Уже в первый год обучения студентам показывают связь предлагаемого учебного материала с их будущей инженерной деятельностью, перспективами технического, технологического, экономического и социального развития общества. Такой педагогический прием позволяет выработать у студентов столь необходимую мотивацию к обучению, большую восприимчивость к теории при освоении ее через практику.

В настоящее время многие ведущие зарубежные университеты, такие как Aalborg University (Дания), Twente University (Голландия), Queens University (Канада), Norwegian University of Science and Technology (Норвегия) и другие применяют новое содержание, а также проблемно-ориентированные методы и проектно-организованные технологии обучения в инженерном образовании [2]. В результате достигается новое качество инженерного образования, обеспечивающего комплекс компетенций, включающий фундаментальные и технические знания, умения анализировать и решать проблемы с использованием междисциплинарного подхода, владение методами проектного менеджмента, готовность к коммуникациям и командной работе.

Одним из перспективных методов, используемых в инновационном инженерном образовании, является " контекстное обучение ", когда мотивация к усвоению знания достигается путем выстраивания отношений между конкретным знанием и его применением. Этот метод является достаточно эффективным, так как аспект применения является для студентов критически важным. Не менее важным является " обучение на основе опыта ", когда студенты имеют возможность ассоциировать свой собственный опыт с предметом изучения. Данные методы считаются методами активного обучения, поскольку в центре внимания находится студент, приобретающий знания через деятельность и на основе опыта [3,4].

Проблемно-ориентированный подход к обучению позволяет сфокусировать внимание студентов на анализе и разрешении какой-либо конкретной проблемной ситуации, что становится отправной точкой в процессе обучения. При этом иногда важно не столько решить проблему, сколько грамотно ее поставить и сформулировать. Проблемная ситуация максимально мотивирует студентов осознанно получать знания, необходимые для ее решения. Междисциплинарный подход к обучению позволяет научить студентов самостоятельно " добывать " знания из разных областей, группировать их и концентрировать в контексте конкретной решаемой задачи [2,3,4].

Весьма эффективным и перспективным является использование так называемых " case-studies " методов, основанных на анализе реальных жизненных ситуаций в инженерной практике, менеджменте, организации производства и выработке соответствующих предложений и решений.

Особую значимость в инновационном инженерном образовании имеют проектно-организованные технологии обучения работе в команде. При этом создаются условия, практически полностью соответствующие реальной инженерной деятельности, и, таким образом, студенты приобретают опыт комплексного решения задачи инженерного проектирования с распределением функций и ответственности между членами коллектива [2,3,4].

Методы инновационного инженерного образования применяются в отечественных и зарубежных университетах в разной степени и в различных сочетаниях. Весьма показательным является пример Aalborg University. В этом университете эксперимент по реорганизации процесса подготовки инженеров начался более четверти века назад. Учебные планы, программы и методы подготовки специалистов в области техники и технологии были коренным образом пересмотрены [2].

Первый год обучения студентов по программе, соответствующей подготовке бакалавров, посвящен усвоению фундаментальных знаний из области естественных наук и математики, а также овладению компьютером и изучением иностранного языка. При этом широко используются активные методы, и у студентов формируется проблемно-ориентированная методологическая культура. В течение двух последующих лет применяется междисциплинарный "know-how" подход к обучению, в центре внимания которого находится самостоятельная работа студентов над выполнением индивидуальных и групповых проектов в каждом семестре. Длительность проекта на определенную тему составляет один семестр. В учебном плане на выполнение проекта отводится 50% времени. Остальные 50 % времени студенты изучают курсы, связанные с проектом (25% времени) и не связанные с ним (25% времени). В течение двух лет обучения студентов по программе, соответствующей подготовке магистров, учебным планом предусматривается изучение специальных курсов с использованием "know-why" подхода и подготовка диссертации, в которой выполняются исследования, как правило, связанные с комплексом работ в рамках группового проекта на реальную тему.

Таким образом, работа в команде, состоящей из 4-6 студентов, является одним из основных методов обучения в Aalborg University в течение всего времени подготовки инженеров. Следует заметить, что эта работа организуется, в основном, самими студентами. Роль преподавателя сводится к наблюдению за процессом и консультированию. Важно отметить

также, что результаты работы оцениваются внешними экзаменаторами, среди которых обязательно есть представители профессиональной среды - ученые и производственники.

Результаты реализации инновационного подхода к инженерному образованию в Aalborg University получили высокую оценку со стороны выпускников, промышленных кругов, правительства Дании и мирового образовательного сообщества. Датский парламент провел аудит в Aalborg University и других университетах страны и сделал заключение о наибольшей эффективности подготовки в нем специалистов, способных комплексно решать современные инженерные проблемы и создавать новую технику и технологии.

Томский политехнический университет начал эксперимент по использованию методов инновационного инженерного образования в своей деятельности по подготовке специалистов в области техники и технологии. Для этого создан творческий коллектив из преподавателей - новаторов, необходимо изучить российский и зарубежный опыт, выполнить в 2003 году проект в рамках Комплексной программы совершенствования образовательной деятельности и разработать концепцию применения всех рассмотренных выше методов инновационного инженерного образования в университете. Планируется уже в 2003/04 учебном году в порядке эксперимента приступить к внедрению на ряде факультетов методов проблемно-ориентированного междисциплинарного обучения и выполнения комплексных групповых курсовых и дипломных проектов. Тем более, что в прежние годы в Томском политехническом институте уже существовала такая практика, а в настоящее время она реализуется в Центре переподготовки специалистов по нефтяному инжинирингу для НК "ЮКОС" совместно с Hariot-Watt University (Великобритания).

Для перехода к действительно инновационному инженерному образованию следует выполнить ряд условий: обновить его содержание на базе знаний из мировых информационных ресурсов, использовать принцип "бенчмаркинга" - выявить лучшие российские и зарубежные аналоги образовательных программ и сориентироваться на них, интегрировать предпринимательские идеи в содержание курсов, ввести кредитно-накопительную систему оценки образовательных программ для лучшей организации учебного процесса, усовершенствовать рейтинговую систему, дополнив ее современной системой тестирования и внешнего контроля за освоением образовательных программ.

И последнее условие, которое по степени важности является первым. Инновационное образование может дать только высшее учебное заведение, преподаватели и сотрудники которого сами активно занимаются инновационной деятельностью.

#### Литература:

1. Новиков П.М., Зуев В.М. **Опережающее профессиональное образование: Научно-практическое пособие.** М.: РГАТИЗ. 2000 266 с.
2. Kjersdam, F., Enemark, S., **The Aalborg experiment project innovation in university education.** Aalborg, Denmark: Aalborg University Press (1994)
3. Eyerer, P., Hefer, B. and Krause, B., **The reformation of technical education through project-orientation education (TheoPrax).** Global J. of Engng. Educ., 4, 3, 281-286, (2000)
4. Enemark, S., **Innovation in surveying education.** Global J. of Engng. Educ., 6, 2, 153-159, (2002)
5. Шукшинов В.Е., Взятых В.Ф., Романькова Л.И., **Инновационное образование: идеи, принципы, модели.** М., 1996.