

Некоторые проблемы развития инженерной мысли в России и перспективы непрерывного профессионального образования инженеров

*Сибирский государственный аэрокосмический университет
С.Г. Кукушкин, М.В. Лукьяненко, Н.П. Чурляева*



С.Г. Кукушкин



М.В. Лукьяненко



Н.П. Чурляева

В последние десятилетия для развитых стран характерно возрастание роли нового типа производства – научно-индустриального, или инновационного, где наука глубоко интегрирована в производство. В России, которая по уровню развития в научно-технической сфере «не является примером для других стран» [1], намерение выйти на инновационный путь развития наталкивается на серьезные проблемы, и одна из главных проблем – отсутствие инженерного персонала, обладающего креативным мышлением. Рассматривая эту проблему в глобальном контексте, необходимо учитывать национальную специфику, во многом обусловленную длительным развитием отечественной инженерии в условиях изоляции, в результате чего сложилась советская система инженерной подготовки и продукт этой системы

– класс советских инженеров. После распада СССР и принятия рыночной парадигмы этот класс и система, его породившая, стали размываться, однако их особенности, хоть и в ослабленном виде, до сих пор являются доминирующими. Тем не менее к специфическим проблемам отечественной инженерии добавились проблемы тех стран, где уже формируется экономика, основанная на знаниях.

Очевидно, что развитие такой экономики должно изменить вектор своей направленности по сравнению с прошлым. Чтобы понять, куда направлен этот вектор, прежде всего, надо учесть, что главными проводниками инноваций призваны быть молодые специалисты – выпускники вузов. В то же время постоянные технологические инновации могут быстро приводить к неадекватности любого полученного в вузе обра-

Вкратце рассмотрены некоторые общие проблемы подготовки инженеров с креативным мышлением. Подробнее освещены специфические проблемы, связанные с развитием отечественной инженерии в условиях изоляции, раскрыты причины ее низкой креативности. Перспективы развития инженерной мысли связываются в основном с системами непрерывного профессионального образования на предприятиях, занимающихся инновационной деятельностью, таких как ОАО «Информационные спутниковые системы».

зования, неважно какого - плохого или хорошего. Например, 30-летний инженер-электронщик может быть свидетелем усложнения чипов почти в 100 раз за время после окончания вуза, поскольку число транзисторов в микропроцессорах за последние 25 лет увеличилось почти на четыре порядка. Обученный в ВУЗе в рамках одной технологии, он может полностью потерять компетентность при переходе производства на новую технологию, что делает очевидной необходимость постоянного повышения квалификации на производстве.

Инновационная деятельность может быть сильно затруднена рядом серьезных глобальных проблем, стоящих перед инженерным образованием, даже если это образование признается качественным. Как отмечают многие зарубежные исследователи, в первую очередь, инженерную креативность затрудняет противоречие между инженерной практикой на производстве и целеполаганием в преподавании дисциплин в ВУЗе. Личность современного студента сильно отличается от своего предшественника, но преподаватели продолжают учить так, как когда-то учили их самих. Как и ранее, инженерное образование в большей степени ориентировано на приобретение технических знаний, а не на повышение готовности к профессиональной деятельности.

Процесс инженерной профессионализации затруднен из-за доминирования в вузах того, что можно назвать «инженерной наукой» в ущерб другим дискурсам, играющим важную роль в становлении инженера. В силу этого учеба рассматривается скорее как приобретение «дискурсивной идентичности», то есть освоение наиболее характерных для инженерного сообщества компетенций, связанных с прочтением и написанием технических текстов, использованием символьных систем, характерного для данного дискурсивного сообщества инструментария, проявлением

характерных для инженерной среды поведенческих стереотипов и т.п. Хотя при этом приобретаются необходимые инженерные навыки, налицо противоречие между преподаваемым в вузах «инженерным дискурсом» и инженерной практикой [2].

Кроме того, всеобщая математизация и компьютеризация привела к возникновению в инженерном творчестве ряда методологических трудностей, связанных с преобладанием количественных аспектов деятельности над качественными. Сущностью инженерной деятельности являются не только расчеты, но и дизайн, важными элементами которого являются креативность и открытость в смысле возможности множественных технических решений для данной проблемы, однако точные науки и математика преподаются в вузах в предположении существования единственного «точного» ответа - как правило, численного - при решении какой-либо инженерной проблемы [3].

Компьютер из вспомогательного средства превращается в некий центральный пункт, вокруг которого вращается вся творческая деятельность инженера, что приводит к своеобразной одномерности инженерного мышления. Такого рода инженерная «одномерность» обычно неадекватна в сложных технических ситуациях. В процессе инженерного творчества создается реальность в соответствии с внутренним личностным проектом, а технологический объект производится для того, чтобы выполнять определенную функцию. При конструировании, описании и анализе технологического объекта численных данных не бывает достаточно, поскольку такой важный концепт инженерного творчества, как функция, не является математическим концептом.

При вузовской подготовке инженерных кадров трудно обеспечить весь набор компетенций, необходимый для выполнения инновационных проектов. Кроме чисто инженерных

компетенций (способности идентифицировать, формулировать и решать инженерные проблемы; использовать научный подход; конструировать системы, компоненты и процессы для достижения целей; планировать эксперимент, анализировать полученные данные и т. д.), необходимые компетенции охватывают более широкую сферу, чем чисто инженерные аспекты деятельности. Это такие компетенции, как способность работать в команде, гибкость, обязательность, умение разговаривать с рабочими и др. Наконец, дело не только в методологических трудностях, но и в том, что инженерные профессии становятся менее привлекательными.

Для повышения качества преподавания в вузах и усиления интереса студентов к техническим специальностям во всем мире используются самые разнообразные приемы. Эти приемы нацелены на лучшее понимание студентами смысла и основ процесса обучения; на учение применению теории при решении реальных проблем; акцентируется роль, которую играет инженерия в постиндустриальном обществе и т.д. Студенты вовлекаются в различные мероприятия - дни науки и т.п., организуются посещения передовых предприятий региона, инженеры-инструкторы этих предприятий контролируют проведение занятий в университетах и т.д. Однако, несмотря на все усилия, прогресс малозаметен, и постепенно становится ясно, что в деле обеспечения готовности инженера к инновационной деятельности никакое университетское образование не сможет заменить образование, полученное «на своем рабочем месте». Поэтому, по мере того как знаниевая составляющая производства становится главенствующей, во всем мире всё большее значение придается непрерывному профессиональному образованию инженеров.

Вышеуказанные общие трудности подготовки инженеров, готовых к

инновационной деятельности, можно в полной мере отнести к проблемам отечественных технических вузов, но здесь, кроме глобальных проблем, имеются специфические. Их глубину нельзя понять без более подробного рассмотрения в историческом аспекте не только развития отечественной системы инженерной подготовки, но и особенности развития самой инженерии, как ее продукта и носителя инженерной мысли.

Хотя русская дореволюционная инженерная мысль развивалась несколько в стороне от европейской цивилизации, для решения инженерных задач были характерны европейские подходы. В своих лучших проявлениях русская инженерия была весьма креативна и способна к реализации сложных инновационных проектов. Достаточно упомянуть двух всемирно известных изобретателей - создателя телевидения Зворыкина и одного из основателей вертолетостроения Сикорского. Высокий уровень развития русской инженерной мысли обеспечивался в организационно-педагогическом плане существованием нескольких элитарных высших технических учебных заведений, а в идейно-педагогическом - соблюдением принципа природосообразности [4].

После 1917 г. власть стала руководствоваться не столько природосообразностью, сколько революционной целесообразностью, отдавая приоритет лицам, имеющим рабоче-крестьянское происхождение. В результате, с одной стороны, многие креативные инженеры, в том числе «генераторы инженерных идей» - выдающиеся инженерно мыслящие личности, определяющие в течение десятилетий направления развития целых областей техники, такие, как Зворыкин и Сикорский, были вынуждены реализовывать свои идеи за пределами СССР. С другой стороны, в новых условиях не могли нормально развиваться инженерные мысли, создаваться инженерные школы европейского типа, складывающиеся

вокруг выдающихся инженерно мыслящих личностей.

Развитие советской инженерии пошло по другому пути, определяющемуся, как всё в тоталитарном государстве, то есть централизованно, массово и планомерно. Для решения задачи наращивания малочисленной инженерной прослойки была создана достаточно эффективная система массовой инженерной подготовки, до сих пор существующая в своих основных чертах. Она была лишена некоторых недостатков царской системы, например, в ней гораздо больше внимания уделялось практическим навыкам будущих инженеров. Более того, по некоторым, в основном количественным, параметрам она даже превосходила системы инженерной подготовки технически более развитых стран.

В результате появившийся в 30-х годах и быстро растущий на новых основаниях инженерный класс достиг к 50-м годам. прошлого века размеров, характерных для технически развитых стран. Миру был явлен феномен советского инженера – особого рода, действующего преимущественно по инструкции. «Инструкционная» ориентация инженерии в целом соответствовала тенденциям развития советского общества и в определенном смысле была прогрессивна для переживаемого этапа развития. В то же время она потенциально таила в себе массу проявившихся позднее негативных последствий, например, наказуемость инициативности, торможение инженерной мысли, развитие по пути копирования западной техники и др.

Параллельно развивалось соответствующее организационное оформление элиты этого класса, призванной быть проводниками инноваций. Основной организационной формой было сотрудничество в многочисленных НИИ, КБ, других секретных так называемых «почтовых ящиках» – организациях, работающих на оборону, включая пресловутые «шарашки», где

до середины 50-х годов. прошлого века трудились осужденные ученые и инженеры. Подневольный инженерный труд был немыслим в буржуазном мире, но, даже если по форме советские организации внешне могли напоминать буржуазные, содержание в них было совсем иным – затрудняющим развитие инженерной мысли.

Их деятельность была до предела идеологизирована, что определялось не только постановлениями партии и правительства, но также во многом иллюзией большинства сотрудников, что быть инженерно мыслящей личностью способен каждый человек. Эта иллюзия (отчасти действующая до сих пор), возникшая на фоне видимых успехов в ходе массовой подготовки инженеров, вселяла в них уверенность, что советскому инженеру по плечу решение проблем любой сложности. Большинство не подозревало, что под присмотром особых отделов они часто реализуют инженерные мысли, полученные извне и спускаемые по инстанциям. В таких условиях невозможно было возникновение нормальных инженерных школ, а те, которые возникали или ещё существовали в виде реликтов, довольно быстро вырождались.

Таким образом, после 1917 года развитие инженерной мысли всё более замедлялось, хотя государственная идеология утверждала в общественном сознании уверенность в том, что «генераторов» идей в области техники можно выращивать примерно так же, как рядовых исполнителей, действующих по инструкции. Однако вплоть до распада СССР эта проблема не стояла так остро, как сейчас. Во-первых, не все «генераторы» идей и просто креативные инженеры смогли или захотели эмигрировать и продолжили более или менее эффективно работать до определенного времени. Во-вторых, даже в тоталитарном государстве могли появляться отдельные инженерно мыслящие личности. В-третьих, государство могло концентриро-

вать массовые умственные усилия на отдельных направлениях и достигать успеха числом, а не умением.

Главный же способ решения проблемы инженерной креативности заключался в том, что, по мере осознания идейного дефицита в науке и технике, растущей трудности интеллектуального обеспечения инноваций на собственной основе, государство рабочих и крестьян перешло к практике заимствования научных и инженерных идей, технических решений и технологий в технически более развитых странах. Эта широко распространенная в СССР, тайная, всеобъемлющая, санкционированная государством и продолжающаяся многие десятилетия практика заимствования чужих продуктов высшей научно-технической мысли имела пагубное значение для развития инженерной мысли, вообще для развития отечественной науки и техники, что с каждым годом становится всё более очевидным.

Заимствование идей, техники и технологий в технически более развитых странах, их адаптация в закрытых организациях, затем воплощение в виде материальных объектов на территории СССР, наконец, представление на всенародное обозрение под видом достижений советской науки и техники имели целый ряд негативных последствий. В их числе – сотворение мифа о великой советской науке и продолжающееся до сих пор мифотворчество в этом направлении. Эта практика явилась также одной из причин всё большего снижения инженерной креативности, деградации научного и инженерного мышления, окончательного формирования «инструкционной» ориентации инженерии, падения престижности инженерных профессий и т. д., а главное – безнадёжного отставания отечественной техники и технологий от мирового уровня, которая с каждым годом только усугубляется.

С учетом вышесказанного следует достаточно критично относиться

к техническим и технологическим инновациям как воплощению советской инженерной мысли в закрытых исследовательских институтах и конструкторских бюро. Как правило, здесь не столько появлялись результаты собственных интеллектуальных усилий советских инженеров, сколько рассматривались и дорабатывались секретные материалы, поступающие, прежде всего, из технически более развитых стран. Эта деятельность, вполне обычная в эпоху холодной войны, осуществлялась с помощью мощной и хорошо отлаженной системы технического шпионажа, когда заказчиками необходимой информации выступали ведущие ученые СССР, руководители закрытых организаций, а исполнителями – сотрудники соответствующих советских спецслужб.

Эти материалы, поступавшие по различным каналам извне, могли быть самого различного свойства – начиная от информации и абстрактных идей, требующих воплощения в «железе», и кончая готовыми изделиями, которые специалистам из этих научных учреждений оставалось только разобрать и собрать на основе отечественных комплектующих. Даже такого рода «инновационная деятельность» свидетельствует о достаточно высоком уровне развития советской инженерии по отношению к мировому уровню. В противном случае невозможно было бы даже создание хотя бы аналогов зарубежной техники – феномен, который можно наблюдать в наше время, за малым исключением, практически во всех отраслях отечественной промышленности. В то же время очевидно, что любая система, где инновационная деятельность была основана на подобной практике, рано или поздно зашла бы в тупик.

И действительно, практика заимствования извне идей, техники и технологий со временем натолкнулась на противоречие, связанное со всё более растущим несоответствием между уровнями отечественной

и глобальной инженерной мысли. Две глобальные революции - начавшаяся в середине прошлого века научно-техническая и происходящая на наших глазах технологическая - привели к такому отставанию отечественной техники и технологии от мирового уровня, что эта практика перестала быть эффективной. Кроме того, в современных условиях, когда необходимые для выполнения инновационных проектов материалы, начиная от информации и кончая готовыми изделиями, можно приобрести легально за деньги, это неактуально.

В то же время, хотя ситуация изменилась коренным образом, возник ряд обстоятельств, ещё более препятствующих внедрению инноваций. Во-первых, увеличивается сырьевая ориентированность отечественной экономики, а техническая кооперация с более развитыми странами сходит на нет. Ситуация изменилась не в лучшую сторону в отношении интеграции науки и производства, без чего немыслима инновационная деятельность [5]. Связь с научными учреждениями за пределами России прервалась, отечественные центры отраслевой науки практически уничтожены, а продолжающие работать не могут функционировать в том режиме, когда необходимые для инноваций материалы предоставлялись надёжно и своевременно... В результате, даже оборонная продукция, всегда являющаяся предметом особого внимания государства, за малым исключением, неконкурентоспособна. «...Редкие случаи продажи военной техники за рубеж свидетельствуют о том, что этот [оборонный] потенциал еще не полностью размыт и разрушен...» [1].

До сих пор «сохраняется устаревшая система подготовки инженерных кадров», которая была «хороша в условиях советской плановой экономики и отлично работает в условиях тоталитарных режимов» [1], но отнюдь не способствует формированию инновационно-ориентированной личности и развитию инновационно-

го креативного мышления. Однако, если советский инженер, прошедший такую систему, в принципе мог стать инноватором хотя бы при условии получения необходимых материалов извне, сейчас даже в случае их получения, даже в виде готовых чертежей, схем и др., инженер вряд ли сможет воплотить их в изделия отечественного производства по целому ряду причин. Во-первых, увеличивается разрыв между объективным уровнем глобальных научно-технических достижений и его субъективными ограниченными возможностями по восприятию и усвоению этих достижений. Во-вторых, реализация инженерных идей на нашей почве затруднена в результате разрушения высокотехнологичных отраслей и практически полного отсутствия материальной базы, необходимой для инноваций. В частности, отсутствует отечественная элементная база, необходимая для создания современных электронных схем, входящих в состав любой современной техники.

Контингент молодых специалистов ухудшается год за годом - не только уменьшается число выпускников вузов, желающих работать в промышленности - «наименьшую зависимость между полученной и фактической специальностью демонстрируют инженеры (35,9%)» [1], но и наблюдается ухудшение их качества. Качество технического образования является болезненной темой, однако многими признается его общее снижение, ставшее особенно заметным в последнее время, причем не только относительно мирового уровня, но по некоторым параметрам и абсолютно. При этом, несмотря на то что «представители нового поколения более информированы и приспособлены к выполнению современных задач» [1], речь идет не только об их обученности, но и обучаемости, что звучит гораздо более тревожно. Впрочем, серьезность проблемы качества технического образования и необходимость перемен признается во всем

мире. Об этом свидетельствуют, например, образование в 2009 г. на конференции в Аалборге рабочей группы SEFI (European Society for Engineering Education) по исследованию проблем непрерывного инженерного образования, заявления в США на высоком уровне, что скоро им придется следовать моделям непрерывного инженерного образования, заимствованным в других странах [6], и т.д.

В свете вышеизложенного трудно связывать большие надежды на появление достаточно большого числа инженеров, способных к инновационной деятельности, с существующей в технических вузах системой инженерной подготовки [7]. Надежды появятся не раньше, чем изменится система подготовки, а для того «чтобы такая система подготовки кадров работала, нужны кардинальные изменения в системе инженерного образования» [1]. В то же время в определенной мере можно рассчитывать на развитие инженерной мысли в рамках тех систем непрерывного профессионального образования, которые существуют в том или ином виде на предприятиях, занимающихся инновационной деятельностью. Передовое предприятие космической отрасли Открытое акционерное общество «Информационные спутниковые системы» (ОАО «ИСС») является примером такого предприятия [8].

При этом проблема формирования системы непрерывного образования со всеми необходимыми для инновационной деятельности качествами не может быть полностью решена в рамках изолированного предприятия. Эта проблема может быть правильно интерпретирована и успешно решена только в общем контексте становления и развития экономики, основанной на знаниях [9]. Такая экономика, где непрерывные инновации предполагают столь же непрерывное профессиональное образование, не только использует знания в разнообразной форме (возможно, даже заимствованные из-

вне), но и создаёт эти знания в виде производства высокотехнологичной продукции, высококвалифицированных услуг, научной продукции и образования.

Стремясь к созданию экономики, основанной на знаниях, страны, где профессиональная инженерная деятельность регулируется законами, поощряют развитие непрерывного инженерного образования. Европейская федерация национальных инженерных ассоциаций издает описание профессиональных требований, где отсутствуют специфические критерии и инженер сам делает выбор в пользу пути профессионального развития, характерного для страны проживания. В Великобритании, где непрерывное образование контролируется отраслями промышленности, развитие инженера также не специфицируется, однако подразумевает профессиональный рост на протяжении всей карьеры. Японские инженеры ежегодно отдают 50 часов на свое профессиональное развитие, при этом также отсутствуют специальные требования к содержанию занятий и видам его обеспечения. Канада предъявляет более жесткие требования, но и здесь национальная организация «Инженеры Канады» не специфицирует обязательные критерии профессионального развития.

В России нет общегосударственного подхода к непрерывному инженерному образованию, однако здесь возможно развитие в рамках корпоративных систем, таких как ОАО «ИСС». Здесь руководство уделяет большое внимание развитию собственной системы непрерывного образования, в том числе с целью обеспечения предприятия инженерным персоналом, способным работать в условиях постоянных инноваций [10]. Система непрерывного образования, где сквозная довузовская, целевая вузовская и производственная подготовка инженеров взаимосвязаны, развивается здесь как важный элемент кадровой политики предприятия. В

рамках новой кадровой политики, в частности, была выработана концепция единого образовательного пространства, утверждающая непрерывную профессиональную подготовку кадров как основу инновационного развития предприятия [11].

Сущность этой концепции заключается в том, что инновационная направленность экономического роста опирается на непрерывную профессиональную подготовку кадров, которая, в свою очередь, базируется на глубокой интеграции всех ступеней образования в усло-

виях производства и основана на концентрическом принципе организации содержания профессиональных требований при дифференцированном походе к обучению и развитию персонала. Эта концепция реализуется в деятельности единого функционального центра по управлению персоналом и направлена, прежде всего, на развитие инновационно-ориентированной личности работника аэрокосмической отрасли, способного на инновационное креативное мышление [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Похолков Ю. П. Инженерная мысль в России – полет прерван? Аккредитация в образовании. – 2010, №40. – С. 27-29.
2. Allie S. et al. Learning as acquiring a discursive identity: improving student learning in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 2009, 34 (4), 359–367.
3. Winkelman, P. Perceptions of mathematics in engineering. *European Journal of Engineering Education*, 34 (4), 2009, 237–246.
4. Чурляева Н.П. Обеспечение качества подготовки инженеров в рыночных условиях на основе компетентного подхода. Дисс. д.п.н. КГПУ, 2008.
5. Кукушкин С.Г., Лукьяненко М.В., Чурляева Н.П. Интеграция вузов, научных учреждений и предприятий в сфере деятельности ОАО «Информационные спутниковые системы». Мат. Всеросс. научно-методической конф. «Повышение качества высшего проф. образования», 2010, СФУ, Красноярск.
6. Lifelong Learning Imperative in Engineering. Workshop National Academy of Engineering, June 17-18, 2009, Arlington, VA.
7. Churlyayeva, N, Lukyanenko M. Technique to estimate the competence level of the integrated training system graduates and the educational technologies to increase it / *Journal of SFU (Humanities & Social Sciences series)*. 2010. – №3. – P. 475-483
8. Веб-сайт ОАО «ИСС»: www.iss-reshetnev.com.
9. Филатов С.А., Сухорукова Н.Г. Непрерывное профессиональное образование в контексте формирующейся экономики, основанной на знаниях. Новосибирск: НГУЭУ, 2005.
10. Кукушкин С.Г. Становление системы непрерывного профессионального образования в ОАО «ИСС» и ее функционирование в условиях рынка. *Сибирский педагогический журнал*. – 2010. – №3.
11. Кукушкин С.Г., Лукьяненко М.В., Чурляева Н.П. Система непрерывного образования в концепции кадровой политики ОАО «Информационные спутниковые системы». Мат. Всеросс. научно-практ. конф. «Развитие непрерывного образования», 25-26 март 2010: Изд-во КГПУ.
12. Кукушкин С.Г., Чурляева Н.П. Компетентностная модель выпускника вуза, рынок труда и непрерывное образование в ОАО «Информационные спутниковые системы». Мат. Всеросс. научно-практ. конф. Life-Long Learning, 25-27 мая 2010: Изд-во УРГУ.