

12 тезисов
по вопросу о подготовке инженеров
в России.

Аннотация

Статья посвящена вопросам обучения инженеров, которое в современной России уже полностью разрушено. Тезисы посвящены отличию в квалификации «инженера» и «специалиста»; требованиям к абитуриенту; методам преподавания общенаучных, специальных, экономических дисциплин, информатики и иностранного языка; организации НИРС, мастерских и практики; перерывам в обучении, послевузовской переподготовке и требованиям к составу преподавателей, нужных для подготовки инженеров.

Тому, что Правительство России обратило внимание на образование, и преодоление разрухи в образовании стало широко обсуждаться в средствах массовой информации, радуются, наверное, все. Но вопрос об инженерном образовании почти не обсуждается. А он актуален!

Современное деловое состояние России напоминает ее состояние 100 лет назад. Формируется банковская система. Несмотря на отчаянное сопротивление, растет мелкое предпринимательство, нормализуется крупный бизнес, очень медленно, но нормализуются деловые взаимоотношения, возникает конкуренция. Запрос на инженерный труд все время возрастает, так как унаследованные от социализма заводы, система наземного и водного транспорта, сельскохозяйственное производство, машины и оборудование и т. д. в громадном большинстве своем либо устарело, либо разрушено и разворовано. Почти все нужно строить заново или покупать за границей, как и 100 лет назад.

Но начинать строительство предприятия машины или прибора можно только тогда, когда уже разработан проект. Нельзя даже эффективно купить какое либо оборудование за границей без детально разработанного проекта его использования. Качественная реализация любого проекта, требует надзора его автора за всеми работами. Любой технический проект – результат творческого инженерного труда. Вот почему современной России, как и 100 лет назад, с каждым годом будет требоваться все больше инженеров – творцов нового.

100 лет назад на этот запрос страны Россия ответила созданием специальных политехнических вузов, нацеленных на обучение и воспитание инженеров. Для них была создана уникальная система обучения, отличающаяся от западной тем, что в ней не тратили 4 года на получение общенаучной степени бакалавра. С первого курса студент непрерывно изучал свою специальность, начиная с труда рабочего. В качестве преподавателей приглашались виднейшие специалисты, лично внесшие наибольший вклад в развитие техники. Задачей образования было воспитание инженера – творца нового.

На всемирной выставке в Париже эта система образования получила приз.

Эффективность этой системы образования подтверждена ускоренным развитием в первые десятилетия XX века судостроения, железнодорожного транспорта, добычи нефти, электрификацией городов, строительством новых заводов и предприятий. Без унаследованных, несмотря на репрессии всего творческого, остатков этой системы инженерного образования не было бы индустриализации СССР, не было бы быстрого развития военной промышленности на Урале и в Сибири, не было бы победы в Войне с Германией, не было бы достижений в космосе и гонке вооружений. Во главе всех перечисленных достижений обязательно стояли инженеры, обученные в российской инженерной школе.

Но в послевоенные годы запрос страны на инженерный труд все время постепенно снижался. Внедрялось «типовое строительство» и «типовое проектирование», при которых составление проекта почти не требовало инженерной квалификации. Заводы, озабоченные только выполнением плана, как огня,

боялись нового. Выражение: «любая инициатива была наказуема» вошло в поговорку. Звание «инженер» было дискредитировано в глазах общества. В этих условиях качество инженерного образования в вузах не могло не снижаться.

Последний разрушающий удар по инженерному образованию был нанесен при преобразовании инженерных вузов в «университеты» и введении в программы обязательной степени бакалавра. В результате, на все инженерное образование оставлено в большинстве вузов один год, в некоторых – полтора года.

Но простите! Даже рабочего в ФЗУ, даже бухгалтера или водителя трамвая учат своей специальности больше 1 года! Год-полтора на воспитание творческого инженера, в условиях, когда разрушена вся лабораторная база института и ее снабжение! Это профанация инженерного образования.

Мне кажется, что инженерное образование немедленно нужно начинать восстанавливать на «голом месте» заново. Как и КПСС, современные вузы не подлежат модернизации и перестройке. Их преподаватели, и лаборанты, за десятилетия оплаты их туда намного ниже, чем у нищего, не имеют творческой активности. Те, кто такую активность имел, давно сбежали из вузов. Зажившее руководство вузов потеряло интерес к обучению студентов и занято только удовлетворением личных интересов.

Ниже я рискнул сформулировать 12 тезисов, которые, как мне кажется, необходимо учитывать при строительстве новых инженерных вузов России.

1. Два типа выпускников технических вузов

Для эффективного развития техники стране требуются два типа работников с высшим образованием:

- а) **Специалисты**, способные квалифицированно обслуживать установившееся действующее производство, способные квалифицированно планировать и выполнять научные исследования по известными отлаженным методикам и
- б) **Инженеры**, творцы, способные создавать новые научные и технические решения в области конструирования, разработки технологии или организации производства.

Можно в вузах готовить только специалистов и надеяться на то, что по мере накопления опыта в зрелом возрасте из них вырастут творцы. Но это затормозит прогресс, так как наиболее крупные творческие достижения совершаются в молодом возрасте. Поэтому, если мы надеемся на быстрое развитие нашей техники, нам нужно иметь вузы двух типов:

- а) вузы, готовящие специалистов для действующих производств и действующих крупных НИИ с установившимися традициями, структурой, технологией, миропониманием, методиками работы и
- б) вузы, готовящие инженеров - творцов, проектировщиков всего нового.

2. Два типа требований к абитуриентам

Эти два типа вузов должны отличаться по психологическим требованиям к абитуриентам.

а) В вузы, готовящие специалистов, должны приниматься в первую очередь люди, склонные к конформизму, склонные к бесконфликтной работе в иерархии специалистов, склонные доверять приказам, склонные строго выполнять те нормы и требования к методикам, оборудованию и продукции, которым их обучили и по которым они обязаны работать.

Человек – стадное животное. Поэтому таких людей большинство (90 % ?).

Склонность специалиста к самостоятельному творчеству чаще всего крайне вредна, как в отлаженном производстве, так и в отлаженном научном учреждении, работающем по крупной проблеме. Такой работник будет часто отвлекаться на рожденные в его голове новые идеи, осуществление которых не входит в планы руководства фирмой или лабораторией НИИ. А если голова работника занята собственными идеями и конфликтами с руководством, то это обязательно приведет к снижению качества выполнения своих прямых обязанностей этим работником.

б) В вузы, готовящие инженеров, творцов новых проектов, должны, прежде всего, приниматься нонконформисты, «Фомы неверующие», стремящиеся во всем сомневаться, не признающие никакие авторитеты, желающие во всем убедиться лично, имеющие большое желание улучшить окружающий их Мир, склонные к самостоятельному творчеству.

Таким людям очень сложно ужиться в любой жесткой иерархии. В школе их обычно называют «трудными подростками». Говорят, что таких людей в человеческих популяциях не более 10 %.

Но и инженеров требуется гораздо меньшее число, чем специалистов. Инженерные вузы должны будут отыскивать своих абитуриентов в средних школах «поштучно» среди «трудных» подростков. Наверное, для успеха, со стороны преподавателей вуза необходимо общение с таким подростком, его «профориентация», по крайней мере, начиная с 7-го класса.

3. Общенаучные дисциплины

Эти два типа вузов должны отличаться по методике преподавания общенаучных и общетехнических дисциплин.

а) **Специалистам** эти дисциплины могут излагаться в форме описания прекрасных зданий, небоскребов, или форме описания карты красивой местности, где логично размещаются все необходимые для практической работы нормы и требования, которые специалист должен будет далее неукоснительно выполнять. Специалист должен любоваться красотой этого здания или карты, должен преклоняться перед ним, должен мечтать жить в одной из его комнат. В процессе дальнейшей специализации он может даже забыть все, что не связано непосредственно с его полем дея-

тельности. Теоретические основы дают специалисту только общую эрудицию, только точное знание языка, на котором написаны стандарты, нормы, технические условия (или стандартные методики научного исследования), которые он должен будет в дальнейшем неукоснительно выполнять. Эти дисциплины создают специалисту среду обитания и правила, по которым в этой среде живут. Среда неизменна. Правила не подлежат критике, как «Закон Божий». Они в дальнейшем могут изменяться в процессе переподготовки этого специалиста, но ни в коем случае по его личной инициативе.

б) Для **инженеров** с самого начала обучения в вузе эти дисциплины должны излагаться, как инструменты.

Высшая математика может быть подобна набору гаечных ключей, с помощью которых можно отвернуть любую гайку. Химия может восприниматься как паяльник, с помощью которого можно включить в радиосхему любую деталь, и т. д.

Методика обучения студента должна предусматривать немедленное практическое использование каждого из этих инструментов с момента его появления в курсе лекций.

Получив «гаечный ключ», студент немедленно должен начать отвинчивать им «гайки». Получив «паяльник» – немедленно начать монтировать им простейшие «радиосхемы». Если этого сделать нельзя, то либо этот раздел стоит перенести по времени, либо перенести во времени более специальную дисциплину, в которой этот инструмент используется, либо он должен быть просто исключен из программы.

Ненужных для практического и немедленного использования инструментов в сознании студента быть не должно. Они будут только загромождать его мысли и уменьшать их сосредоточенность. А умение сосредоточить свое сознание на решаемой задаче на грани с медитацией – основное качество инженера, которому и следует обучать этих студентов.

Освоенные инструменты в течение всей профессиональной жизни инженера должны быть под рукой, исправны и готовы к действию. Поэтому задания на практические работы студента должны составляться так, чтобы каждый из освоенных им инструментов использовался хотя бы раз в год, а лучше раз в семестр в течение всего времени обучения. По этому будущий инженер должен в процессе обучения выполнить гораздо больше практических работ, чем будущий специалист.

Но никакого почтения к ним! Это не «Заповеди Христовы» а простые инструменты!

4. Специальные дисциплины

Преподавание специальных дисциплин также должно отличаться.

а) При обучении **специалистов** основное внимание должно уделяться освоению студентом точных знаний о конкретном современном оборудова-

нии, о конкретных современных технологиях, о конкретной нормативной документации, с которыми он будет в дальнейшем практически работать. Эти сведения нужны ему как фактический материал, в которые он лично не должен вносить изменений. Но если он из этого чего-то не знает, или точно не исполняет, фирма, на которой он работает, может понести большие убытки (или даже лишиться лицензии) со всеми вытекающими для этого специалиста в рыночной экономике последствиями.

Точное знание предмета, скрупулезная исполнительность, ответственность за качество конечного продукта – воспитание этих качеств у будущего специалиста и есть основная цель преподавания специальных дисциплин.

б) При обучении инженеров цели другие.

Меня учили, что конечным результатом инженерного труда может быть только проект. Проект новой конструкции, машины, прибора, детали, технологии производства, новой организации производства и т.п. Каждая специальная дисциплина, а желательна – и каждая общетехническая дисциплина, должна быть нацелена на конкретный студенческий проект или проекты. Качество такого проекта, умение его защищать и должно позволить преподавателю оценить, как и насколько творчески освоил студент данную дисциплину.

Специальные дисциплины должны научить студента не изобретать велосипед. Каждое свое решение студент должен проверять на новизну, на конкурентоспособность. Методику преподавания необходимо организовать таким образом, чтобы без свободного овладения техникой работы в Интернет ни один учебный проект было бы невозможно защитить.

В практике инженерной работы качество представления и защиты проекта перед неспециалистами весьма велико. Один мой знакомый, весьма крупный инженер, В. А. Игнатов справедливо повторял: «Не так важно, что сделано, а важно как подать!» работу своих подчиненных совету. Поэтому желательна, чтобы защита студенческих проектов, как правило, происходила на комиссии, состоящей из всех преподавателей, ведущих дисциплины, которые запланировано использовать при выполнении учебного проекта. Студент должен научиться правильно отвечать на самые неожиданные и «глупые» вопросы, активизируя все свои знания. Будущих инженеров следует буквально натаскивать на проектирование и защиту своих проектов. Это следует делать, по крайней мере, с начала третьего курса, а лучше – со второго.

Кроме того, необходимо научить студента, не стесняясь задавать вопросы, не взирая на авторитет, звания и чины докладчика или собеседника. Нужно его убедить, что в случае, если он что-то не понимает в изложении технического вопроса по своей специальности и не задает вопросов, это профессиональная нечестность, это граничит с профессиональным преступлением.

Во-первых, его личное непонимание может быть связано с ошибкой автора сообщения. Тогда его вопрос поможет обратить внимание на ошибку, исправить ее.

Во-вторых, появление вопроса может быть связано с пробелом собственных знаний вопрошающего. В этом случае ответ на вопрос позволить ликвидировать этот пробел.

По моему личному опыту активное участие инженера в различных совещаниях и заседаниях является одним из наиболее эффективных путей постоянного повышения его квалификации. Поэтому на защите проекта должны обязательно присутствовать остальные студенты группы. Целесообразно, чтобы комиссия им так же выставляла неофициальные оценки за заданные вопросы и высказывания.

Если назначение специальной дисциплины сводится к ее практическому использованию при проектировании, то основное усилие лектора должно быть направлено на логику построения дисциплины, на логику решения инженерных задач которые легли в основу разделов этой дисциплины, на логику решения задач из нее вытекающих. Конкретные факты целесообразно приводить только для иллюстрации логики общих решений, для доказательства справедливости полученных лектором результатов. Остальной фактический и нормативный материал студент должен найти в литературе самостоятельно при работе над очередным проектом.

5. Экономические дисциплины и менеджмент

Экономические дисциплины и менеджмент так же должны преподаваться в этих вузах по различным методикам и с разными целями.

а) Специалист, работающий либо в производственной, либо в научной иерархии, только если ему сильно повезет, столкнется вплотную со всей полнотой экономики через многие годы работы, когда дорастет до должности главного инженера или директора фирмы. Но тогда у него уже будут в подчинении экономисты и менеджеры. От него будет требоваться только умение четко отличать верные решения этих специалистов от неверных. Накопленная эрудиция и многолетний опыт работы, наверное, помогут ему в этом.

Вряд ли будущего специалиста целесообразно обучать экономике и менеджменту, в объеме, который обязан знать руководитель фирмы.

В первые годы специалист будет работать либо членом, либо руководителем малой группы, подчиненной большой иерархии. Поэтому студента целесообразно обучать только общим основам и методам решения локальных, весьма узких экономических и управленческих задач, связанных с приобретением и ремонтом конкретного оборудования, приборов, с назначением размеров зарплаты для членов малой группы, с психологией малой группы, с методами управления этой группой. Если он при выработке этих решений допустит ошибки, последние могут быть исправлены специалистами по экономике и менеджменту, которые обязательно есть в крупной фирме.

б) Правильно воспитанный инженер вряд ли способен работать в качестве постоянного сотрудника крупной иерархии. Его основное предназначение

ние – работа в малой (3..10 сотрудников) инженерной фирме. В современных условиях Интернет существенно облегчает образование и работу таких фирм. При этом молодой инженер практически сразу же может оказаться инициатором и автором проекта. Через два-три года работы он может организовать собственную малую инженерную фирму.

Так же успешно творческий инженер может работать в малой исследовательской или проектной группе крупного предприятия. Если эта группа действительно творческая и руководство фирмы экономически заинтересовано в ее творчестве, то в такой обособленной группе обязательно установятся неформальные связи между членами, чуждые всякой иерархии и формальной подчиненности начальству.

Каждый проект, выполняемый такой фирмой, или группой требует глубокого не только технического и технологического обоснования, но и экономического обоснования, как на стадии разработки проектного задания, так и на стадии его завершения. Он требует анализа конкурентоспособности и рынка сбыта не только в России, но и за рубежом. И все это придется делать автору проекта лично.

Научить практическому решению этих задач на мировом уровне – основная цель экономических дисциплин в инженерном вузе. Если студент не научится свободно пользоваться Интернет, если у него не будет свободного доступа к сети, если экономическое обоснование и обоснование конкурентоспособности принятого решения не будет включено в каждый учебный проект студента, то преподавание экономических дисциплин окажется бесполезным.

Мне кажется, что экономическое образование инженеров нужно начинать с первого семестра, но не позже третьего.

Начать экономическое образование нужно с обучения пользоваться Интернет и самостоятельного слежения за номенклатурой и предложением товаров и услуг, относящихся к специальности, со слежения за ценами на эти товары и оборудование у разных фирм на внутреннем и мировом рынках, за показателями качества этих товаров и оборудования.

Самостоятельное написание студентом многих отчетов (на Word) по вопросам типа, у какой фирмы, и по какой цене целесообразнее на текущий день купить заданный товар, услугу или оборудование, в которых диаграммами и графиками Excel доказывалась бы верность принятого студентом решения, позволило бы не только «окунуть» уже на первом курсе будущего инженера в реальную экономическую жизнь Мира, но и знакомить его со специальностью.

Только имея представление о реальных ценах и их динамике, можно дальше воспринимать экономические теории, вычислять разность между потребительской стоимостью результатов предполагаемой реализации учебного проекта и предполагаемой себестоимостью его реализации. Инженер должен уметь лично оценивать эффективность своего проекта!

Экономические дисциплины должны восприниматься студентом как важнейший инструмент, без владения которым его профессиональная жизнь бессмысленна.

6. Информатика.

По моему мнению, эта группа дисциплин должна быть уничтожена, как при обучении специалистов, так и при обучении инженеров. И, чем скорее это будет сделано, тем лучше.

Моя практика преподавания на пятом курсе вуза показывает, что эффект от нее нулевой главным образом потому, что нельзя изучать что-либо не имея конкретной практической цели. Часы, отведенные на информатику, нужно распределить между общенаучными, общетехническими и специальными дисциплинами с указанием наименований конкретных сервисных пакетов, редакторов и вычислительных программ, которыми студент должен овладеть при освоении каждой из этих дисциплин.

Что касается подготовки инженеров, то мне кажется, что редакторы Word и Excel должны быть освоены студентами самостоятельно с учетом школьной подготовки и широко использоваться во всех упражнениях и самостоятельных работах студентов на первом курсе вуза.

Программу по освоению слепой печати на клавиатуре можно включить в первую гуманитарную дисциплину, контролируя, чтобы рефераты по этой науке печатались студентом на практических занятиях обязательно не глядя на клавиатуру.

Пакет AutoCad может быть освоен в курсе черчения или инженерной графики. Пакеты MathCad, MathLab можно включить в курсы высшей математики, физики и теоретической механики. Переводчик Stilus или Promt – в иностранный язык. Пакет Internet Explorer или ему подробный пакет можно включить в первую ознакомительную программу по экономике, которую желательно начинать с первого курса.

При изучении этих пакетов не стоит стремиться к их полному изучению. В результате обучения студент должен с их помощью научиться без раздумий решать только типовые задачи, вошедшие в данный курс. Желательно, чтобы все дальнейшие курсы лекций и упражнения по мере надобности использовали бы эти пакеты и расширили практические возможности их использования студентами.

Сейчас, насколько мне известно, курсы информатики начинаются, слава богу, не с изучения действий в двоичных кодах (их нужно знать для общего миропонимания, но это область высшей математики), а с изучения языка программирования (SI, Pascal, Fortran или Basic). Это неправильно. Нужно сначала привить студенту вкус к компьютеру, на перечисленных выше пакетах, сделать его необходимым инструментом для личной работы.

Постепенное, и только практическое освоение студентом одного из языков программирования следует привязать к одной из специальных дисци-

плин, где впервые появляются сложные и громоздкие задачи, которые невозможно или нецелесообразно решать с помощью перечисленных выше популярных пакетов.

7. Иностраннный язык.

При обучении специалистов иностранный язык может быть любим, но тем, которым наиболее часто пользуются фирмы, в которых работают или будут работать выпускники данного вуза.

Для инженеров, как мне кажется, обязательным должен быть английский язык. Зная английский, можно свободно общаться с любым специалистом Европы. Зная только английский, можно быть в курсе всех новейших технических и научных решений. Это язык большинства пособий по работе на компьютере, это международный язык общения инженеров и научных работников.

Дореволюционные инженеры обычно знали два иностранных языка. Два иностранных языка преподавали в гимназиях, в реальных училищах. И особенно важно, что для преподавателей этих языков он был родным их языком. Нужно вернуться к этой традиции: для преподавания языка нанимать только иностранцев!

8. Исследовательская работа студентов.

Цели и практика студенческой исследовательской работы должны отличаться у будущих специалистов, магистров и инженеров.

а) Мне кажется, что при подготовке бакалавров и специалистов в университетах собственно исследовательская практика не нужна. Трудно ожидать от бакалавра или специалиста, что он продвинет фронт научных знаний. Обычно, если такое случается, то четкое задание на исследования и все идеи работы бакалавр получает от руководителя, а далее, выполнив только лаборантскую часть труда, он по, указанию руководителей, всю работы выдает за свою работу.

Это ничто иное, как обучение плагиату. Это вредная практика.

В части исследований бакалавр должен профессионально овладеть стандартными методиками исследований, и только! Эта часть обучения для него выступает, как производственная практика. Будет очень хорошо, если в процессе этой практики бакалавр будет выполнять не учебные исследования, а часть работы, необходимой для диссертации магистра.

При подготовке магистров исследовательская практика, заканчивающаяся написанием диссертации, должна протекать в достаточно передовом научном подразделении по весьма узкой тематике, связанной с его диссертацией.

При подготовке специалистов студент в исследовательской практике должен прежде всего хорошо освоить все, необходимые для будущей работы методы контроля качества продукции.

б) Для инженера задачи иные. Исследовательская практика необходима ему не для того, чтобы двигать фронт науки, а для обоснования неясных деталей проектного решения. Обычно при таких исследованиях с научной точки зрения все более или менее понятно. Неизвестна только количественная сторона процесса или явления. В результате исследования нужно получить конкретные цифры.

Такие исследования студент вуза, начиная с третьего курса, может самостоятельно спланировать и часто самостоятельно выполнить. Тут не будет профанации.

Обязательно нужно студента приучать к тому, что инженер несет полную и личную ответственность за результат его деятельности. Поэтому справедливость каждого прыжка мысли при составлении проекта должна быть им обоснована путем специальных теоретических или экспериментальных исследований еще на стадии проектирования.

Теоретические (расчетные) исследования обычно дешевле. Поэтому студент, прежде всего, должен пытаться получить доказательства верности решения расчетным путем или путем математического моделирования на ЭВМ. С логической точки зрения обоснованное математическое моделирование ничем не отличается от эксперимента. Только если этот путь неоправдан, то он должен поставить эксперимент.

В простейших случаях гораздо быстрее и дешевле выполнить эту работу самому или с помощью техников, помогающих инженеру. Поэтому подготовка инженера в вузе обязательно должна включать практику теоретических исследований, практику математического моделирования и практику типовых экспериментальных исследований.

Но сейчас студенческие НИР, как правило, не связаны с проектированием. При организации правильной программы обучения инженеров целесообразно приложить максимум усилий, чтобы студенческие НИР появлялись и выполнялись студентом с целью обоснования принятых им в курсовых проектах технических решений.

В сложных случаях инженер не может выполнить самостоятельно необходимые для обоснования его проекта исследования. Тогда он должен заказать такие исследования в сторонней исследовательской организации или частному лицу, высокая квалификация которого известна. Но при этом он должен иметь в виду что: «Если экспериментатор ничего не знает, эксперимент ему ничего не покажет. Эксперимент может показать только то, что знает сам экспериментатор».

Кто же может знать о заказываемом эксперименте или теоретическом исследовании больше, чем автор проекта, автор вопросов, которые ставятся перед заказываемым исследованием?

Поэтому в вузе при обучении инженера нужно его научить практике составления подробных заданий на исследования, которые он сам не может выполнить. В таком задании обязательно следует предусматривать не только возможную методику исследований или расчетов, но и варианты возможных

результатов исследований, значимость каждого из этих возможных вариантов и действия, которые исследователь должен выполнить после получения этого варианта результата. Только так составленное задание на исследования позволит его исполнителю не упустить важные для проекта детали получаемых результатов.

9. Мастерские, производственная практика.

Наконец, если инженер лично отвечает за эффективность своего проекта, он должен обязательно лично осуществлять авторский надзор за выполнением работ по его реализации. В особенности это важно для проектов новых конструкций.

Для пояснения приведу один пример из моей практики. Я – специалист по сварке. Поэтому мой пример касается подготовки инженеров по сварке. Но думаю, что при подготовке инженеров других специальностей задачи аналогичны.

Как-то академик В.И. Труфяков мне похвастался, что ему удалось создать «хладостойкий» экскаватор, который уже год работает в Якутии без поломок. Я поинтересовался, как это ему удалось сделать. Владимир Иванович ответил, что хладостойкость повышена потому, что применили сталь 09Г2. Я усомнился, стал доказывать, что небрежной сваркой и неудачной конструкцией сварных узлов можно испортить хладостойкость любой стали. Тогда Труфяков признался: «Мы при изготовлении этого экскаватора к каждому сварщику приставили своего кандидата технических наук» для наблюдения за качеством.

Вот это авторский надзор! Ничего удивительного в том, что при таком надзоре экскаватор работал без поломок.

Чаще всего поломки бывают от наложения в одном локальном месте конструкции нескольких неблагоприятных факторов: высокой концентрации напряжений от внешней нагрузки, высоких сварочных напряжений, старения металла в результате сварки и дефекта сварного шва. Нельзя добиться идеального качества для всех сварных швов конструкции. Но, зная опасные места, в которых возможно наложение нескольких неблагоприятных факторов, можно предварительно указать на них сварщику. Можно проинструктировать сварщика о важности не допустить дефектов именно в этих местах. Можно понаблюдать за ним, как он выполняет сварку в этих местах. Можно подвергнуть именно эти места усиленному контролю.

Но кто лучше знает и чувствует опасные места конструкции? Конечно тот, кто ее создал, кто при разработке ее чертежей принял максимум усилий, чтобы опасных мест было как можно меньше, кто всячески стремился облегчить условия работы металла в оставшихся опасных местах.

Именно поэтому грамотный авторский надзор способен осуществить только инженер - автор проекта.

Но наблюдающий за сваркой автор проекта не сможет отличить качественную работу сварщика от некачественной, если он сам не имеет личной практики по сварке.

Поэтому, уже на первых курсах вуза будущий инженер должен научиться своими руками производить сварку всеми наиболее распространенными методами.

В инженерном вузе должны быть мастерские, в которых студенты первых курсов получали бы рабочие разряды. Работа таких мастерских по выпуску несложной продукции сперва - рабочим, потом технологом, конструктором, руководителем по снабжению или поиску заказов, а к пятому курсу и директором, может приносить существенный доход и вузу и каждому студенту.

Если студент имеет рабочий разряд, то его на производственной практике после 3 курса его можно устроить на крупное предприятие рабочим, а на практику после 4-го курса – на штатное место в конструкторское или технологическое бюро. Только если студент имеет рабочий разряд, только если студент к четвертому курсу детально знает обстановку на производстве, он сможет приносить пользу фирме, взявшей его на производственную практику. Только тогда фирма его примет на практику в разгар отпускного периода. Только тогда она будет оплачивать труд студента, что обычно для студента весьма существенно.

Но сварная конструкция создается из заготовок. Вряд ли проектировщик сможет грамотно и экономично сочинить новую сварную конструкцию, если он детально не знаком с операциями резки и механической обработки заготовок. Следовательно, при сварочных мастерских целесообразно иметь и механическое оборудование, на котором студенты самостоятельно производили все типовые заготовительные операции и наработывали бы на этом личный опыт. Я считаю, что инженер любой специальности должен уметь работать на токарном, фрезерном и строгальном станках.

Я считаю, что если хороший инженер при авторском надзоре видит, что рабочий действует неправильно, он должен засучить рукава и лично показать рабочему, как это нужно делать.

Инженерный вуз без развитых и очень дорогих учебных мастерских, оснащенных современным оборудованием, невозможен. И мне кажется, что именно набор оборудования в этих мастерских должен определять возможный для вуза набор специальностей, максимально-допустимое количество студентов, определять профиль вуза, а не наоборот.

10. Перерыв в обучении.

Многие западные университеты стремятся, чтобы абитуриент после окончания школы перед поступлением в вуз поработали бы год-два на производстве по рекомендованной специальности. Возможен перерыв на год-два для работы на производстве после получения степени бакалавра.

Мне кажется, что такая практика вполне оправдана при обучении специалистов и магистров. Для них школа должна создать только общую картину миропонимания. Обучение на первой ступени университета должно углубить и расширить эту картину. Все это сводится к овладению толковым словарем терминов, в которых описывается окружающее. На последней стадии обучения на основании этого словаря уже можно изучать конкретные технические нормы, стандарты, технологии, методики научных исследований, относящиеся к узкой специализации. От перерыва на практическую работу полученный при обучении словарь не портится. Он только дополняется конкретными образами в нужном для дальнейшей работы направлении.

Иначе обстоит дело при обучении инженера. Для него картина Мира только фон, на котором он должен творить новое с помощью «инструментов», полученных при изучении теоретических дисциплин. Творческая работа – тяжелый труд, требующий постоянной тренировки мозга. Поэтому, перерыв в обучении будущего инженера на два года подобен перерыву в занятиях спортом на два года для чемпиона по легкой атлетике. После такого перерыва спортсмену придется долго приходить в форму.

Когда я учился в институте, в моей группе были весьма неглупые студенты, отслужившие армию. Несмотря на то, что они успешно сдали вступительные экзамены (память у них работала прекрасно), на них было жалко смотреть на первых двух курсах вуза. Они потеряли навык к логической творческой теоретической работе. Только к третьему курсу они восстановили эту способность. Но основная база инженера (курсы высшей математики, физики, химии, теоретической механики) была для них безвозвратно потеряна. В результате эти люди стали хорошими специалистами (линейными работниками предприятий: мастерами, потом начальниками участков и цехов). Жизненный опыт, полученный в армии, существенно помог им на начальной стадии этой карьеры. Но инженеры из них получились никудышные! На производстве они не сделали ни одного проекта нового.

Кроме того, нужно следить, чтобы студенты инженерного вуза в процессе обучения не занимались тяжелым физическим трудом. По моему опыту, день работы на овощной базе на два дня притупляет способность к творческой теоретической работе.

Специальная кафедра должна прилагать максимум усилий, чтобы нуждающиеся студенты могли зарабатывать деньги, работая по специальности.

Теоретическое обучение инженера должно быть непрерывным, а производственная практика должна обязательно происходить параллельно этому обучению.

Перерыв в теоретическом обучении студента инженерного вуза очень вреден для него.

11. Послевузовская переподготовка.

С течением времени стандарты, технические условия, технологическое оборудование и требования к качеству конструкции меняются. Теоретические знания, полученные в вузе, забываются. Поэтому с определенной периодичностью специалист, окончивший вуз, обязан проходить переподготовку на специальных курсах и далее подвергаться экзаменам для своей переаттестации, сертификации.

Для инженера ни такие курсы, ни программу переаттестации разработать невозможно потому, что никто не может точно определить, на какой тип проекта ему удастся получить заказ. Вот несколько примеров из моей практики, произошедшие с выпускниками кафедры сварки металлургического факультета:

1. Работающий на кафедре сварки в области прочности сварных конструкций инженер Шумилин частным образом получил заказ на проект небольшого цементного завода. В нерабочее время он выполнил этот проект примерно за полгода. Нареканий на его работу не было.

2. Работающий в моей группе инженер Дейч получил частный заказ на проект цеха по изготовлению керамических изделий из глинозема, включающий в себя рабочий проект здания с водопроводом, отоплением, канализацией, освещением, проект технологического процесса, включающий выбор оборудования и организацию грузопотоков. Он так же, за полгода в вечернее время, успешно справился с этой работой.

3. Мой сын, инженер по сварке, судя по его диплому, организовал собственную малую фирму, в которой он лично является главным идеологом и главным исполнителем всех работ. Фирма занимается установкой компьютерных сетей на самых разнообразных предприятиях, включая их проектирование, закупку за рубежом оборудования и программного обеспечения, установку и наладку программного обеспечения, и сервисное обслуживание и переналадку в последующие годы.

4. Один мой приятель, по специальности инженер –химик, в то время, когда я с ним познакомился, очень успешно работал руководителем и главным идеологом группы, разрабатывающей и изготавливающей электронные приборы для контроля сварных соединений методом магнитографии.

Во всех перечисленных случаях требовалась весьма существенная переподготовка инженера, но она производилась самостоятельно, без привлечения педагогов.

Самостоятельная переподготовка необходима инженеру каждый раз при получении заказа на новый проект. Экзаменов не будет. Он лично должен выступать в роли строгого экзаменатора, так как ошибка в проекте с большой вероятностью может кончиться крушением карьеры или даже тюрьмой.

К такой самостоятельной переподготовке обязательно нужно приучать студентов в процессе выполнения учебных проектов. Для этого задание на каждый учебный проект в инженерном вузе должно предполагать ответы на вопросы и отдельные решения, не вытекающие из прослушанных лекций и упражнений. Каждый учебный проект должен требовать самостоятельной переподготовки от студента.

Основная цель обучения инженера в вузе – обучить не фактам, а логике разработки инженерных решений и логике доказательства их правильности. Специальность инженера только разумно ограничивает фактический материал, на котором строятся учебные примеры решений в программе вуза. Каждый раз, когда меняется или смещается область этих фактов, от инженера требуется самостоятельная переподготовка.

Методике этой переподготовки, методам самоконтроля ее качества нужно обязательно обучить студента еще в вузе.

12. Состав преподавателей.

а) Преподаватели университета, прежде всего, должны быть учеными, обожающими свой предмет, живущими в нем. Естественно, что они могут передавать свой предмет, только как свод знаний, имеющий самостоятельную ценность. Далее, при подготовке из бакалавра магистра, требуется этот же тип преподавателя. Но он уже должен жить в гораздо более узком научном Мире. Для этого преподавателя весь Мир замыкается на узком научном направлении, фронт которого он лично стремится продвинуть. Этот преподаватель должен быть действующим ученым.

б) При подготовке из бакалавров специалистов в области техники нужен уже другой тип преподавателя. Это должны быть квалифицированные специалисты, получившие ученые степени, имеющие тесные связи с промышленностью и тщательно следящие за изменениями в технологии и технической документации по избранной специальности.

в) При подготовке инженеров ведущие преподаватели должны быть совместителями!

Преподаватель не может научить студента тому, чего он сам не умеет и не в состоянии сделать. Творческого инженера может воспитать только творческий инженер.

Если преподаватель не занимается сам научными исследованиями, направленными на обоснование проектных технических решений, то, как он может этому научить студента? А этические нормы профессии, столь

необходимые для самого существования развитой технической цивилизации, могут быть переданы только непосредственно от учителя ученику.

Когда я был студентом и аспирантом в 50-х и начале 60-х годов, меня учили, что «положение преподавателя специальной кафедры неустойчиво, если он не опирается одновременно, по крайней мере, на три точки». Он должен одновременно по совместительству работать на заводе, в научно-исследовательском институте и в вузе. Работать обязательно по тематике того курса, который он читает в вузе. И все ведущие преподаватели нашей кафедры одновременно работали не менее чем в трех местах. Но эта традиция была прервана во времена Н.С. Хрущева постановлением правительства о запрете всякого совместительства.

Сейчас таких запретов нет, и в инженерных вузах нужно обязательно восстановить эту традицию обязательной работы преподавателя в фирмах, где практически используется читаемый им предмет.

Что касается общенаучных и общетехнических дисциплин, то, по моему мнению, их также должны преподавать инженеры высшей квалификации, бывшие работники НИИ, научных подразделений крупных заводов, конструкторских бюро, которые в своей практике широко использовали эти дисциплины. Если трудно подобрать одного такого инженера (имеющего степень доктора наук), например, для чтения всех разделов общей физики, то вполне правильно пригласить для чтения разных разделов разных лиц по совместительству с основной их работой вне вуза. Пусть один читает механику, другой акустику и т.д. Пусть каждый из них делится со студентами теми практическими задачами, которые он решил с помощью этой дисциплины. Только в этом случае общенаучные дисциплины будут восприняты студентами как инструменты для их личной работы.

Естественно, такой коллектив преподавателей не сможет работать по государственному стандарту на специальность. Инженерному вузу нужно предоставить автономию.

Единственным критерием, по которому министерство может оценить работу такого вуза, является успешность карьеры выпускников и спрос на них.

Заключение.

Из выше изложенного вытекает, что обучение творческих инженеров нельзя осуществлять в том же вузе где идет подготовка бакалавров, магистров и специалистов. Тем более нельзя осуществить подготовку творческих инженеров в университетах, где 4 года тратится на получение степени бакалавра. Эти вузы обязательно должны отличаться:

1. Составом и требованиями к абитуриентам.
2. Профессорско-преподавательским составом, требованиями к нему и стилем лекций.

3. Производственными мастерскими и организацией производственной практики.

4. Целями обучения и методикой обучения студентов.

Если мы стремимся к быстрому техническому прогрессу Страны в ближайшие десятилетия, необходимо как можно раньше приступить к организации в крупных промышленных центрах Страны немногих новых инженерных вузов по самым узловым специальностям. И эти новые вузы должны максимально использовать оригинальную методику воспитания и обучения инженеров, созданную в России 100 лет назад!

С.-Петербург

1.12.2001 г.

Д. тел.: 249-28-02, Лембит Александрович.