



РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ КУЛЬТУРЫ В РОССИИ

Двадцать пятые Губернаторские чтения

Тюмень, 28 июня 2016 г.

Тюменская областная научная библиотека им. Д.И.Менделеева,
филиал Президентской библиотеки им. Б.Н.Ельцина

Лектор — академик Российской академии наук, ректор Сколковского института науки и технологий (Сколтех) **А.П.Кулешов**.

Ключевые слова: образование, инженерная культура, Тюменская область

**Губернатор
Тюменской области
В.В.Якушев
(видеообращение)**

Уважаемые коллеги! К сожалению, неотложные дела не позволили мне сегодня принять личное участие в «Губернаторских чтениях». Но я уверен, что дискуссия будет острой, заинтересованной и плодотворной — уж очень важной именно для нас, тюменцев, теме она посвящена.

Вы знаете, что уже не первый год мы стремимся вдохнуть новую жизнь в одну из исторических традиций Тюмени, сложившуюся в годы интенсивного освоения природных ресурсов Западной Сибири. Тюмень стала тогда центром уникальных инженерных компетенций, местом сосредоточения интеллектуальных сил, специализированных во многих сферах прикладной науки и политехнического образования. Что греха таить — на рубеже прошлого и нынешнего веков наша былая слава несколько увяла. Мы твердо намерены ее возродить и обновить — имея в виду не только собственные интересы, но и основной национальный интерес России, состоящий в выходе ее на передовой рубеж исследований, разработок и инноваций. Только так страна может стать конкурентоспособной в жестком современном мире. Тюмень не может оставаться в стороне от этой гонки. Поэтому мы и не жалеем ресурсов на количественное наращивание и качественную модернизацию регионального интеллектуального капитала. Поэтому мы и принимаем соответствующие организационные решения, среди которых выделяю хорошо известное вам событие — объединение славных своими традициями Тюменского государственного нефтегазового

университета и Тюменского государственного архитектурно-строительного университета в принципиально новую по своему замыслу, дизайну и задачам структуру, Тюменский индустриальный университет. Поэтому мы и пригласили выступить на «Губернаторских чтениях» человека, который, наверное, лучше всех в современной России знает, что такое инженерное образование XXI в. и как перенести основные его элементы на российскую почву. Причем человек, о котором я говорю, — не теоретик, а практик, он находится в буквальном смысле «на острие» этого нелегкого процесса.

Я представляю вам академика Российской академии наук, ректора Сколковского института науки и технологий Александра Петровича Кулешова. Тема его лекции: «Развитие инженерного образования и формирование современной инженерной культуры в России». Я прошу вас в полной мере использовать эту уникальную возможность и постараться получить предельно конкретные ответы на все те вопросы, которые стоят перед нами сегодня. Желаю вам продуктивной работы.

**Заместитель
губернатора
Тюменской области
Е.Б.Заболотный**

Добрый день, уважаемые коллеги! Тема, обозначенная губернатором, действительно очень своевременна. Наша страна и наш регион в последние десятилетия провели серьезную работу в области реорганизации профессионального образования, в том числе высшего. Случившиеся изменения предоставляют нам новые возможности, однако для их воплощения в жизнь мы должны четко прогнозировать горизонты дальнейшего развития. Насколько хорошо мы понимаем задачи, стоящие перед страной? Последовательно ли реализуем ее национальные интересы?

Кроме главного доклада, вы услышите сегодня выступления представителей двух крупнейших региональных вузов, слившихся в Тюменский индустриальный университет. Но я надеюсь, что кроме голосов представителей системы образования сегодня будут слышны и голоса тех, для кого она готовит кадры. Хотелось бы, чтобы мы обсудили, насколько гармонично вузовская система сопряжена с инженерией, развитием технологий на производстве. В.В.Якушев упомянул о славных образовательных традициях Тюменской губернии: действительно, в регионе созданы неплохие школы, высшие профессиональные учебные заведения. Учитывая это несомненное преимущество, попытаемся вместе наметить пути дальнейшего развития!

**Главный редактор
журнала
«Полития»,
профессор Высшей
школы экономики
С.И.Каспэ**

Проблематика инженерного образования, инженерной культуры наводит на любопытные мысли, далеко выходящие за пределы собственно технической тематики. Судите сами: с одной стороны, мы постоянно говорим о необходимости сохранения, поддержания и развития отечественной инженерной традиции. И правильно делаем — это колоссальное богатство. Я знаю, о чем говорю, — я сам вырос в семье

инженеров и хорошо представляю себе жизнь, заботы и миссию инженерного сословия.

С другой стороны, мы говорим и об инновациях. И тоже правильно делаем! Как сказано у Кэрролла: «Здесь, знаешь ли, приходится бежать со всех ног, чтобы только остаться на том же месте! Если же хочешь попасть в другое место, тогда нужно бежать по меньшей мере вдвое быстрее!» Именно так устроен современный мир. Но как можно одной рукой хранить традиции, а другой, одновременно, творить инновации?

Давайте навскидку перечислим несколько российских и мировых университетов, ассоциирующихся именно со славными традициями инженерного образования. Петербургский институт корпуса инженеров путей сообщения (из которого вышли знаменитые «путейцы»). Императорское московское техническое училище (легендарная «Бауманка»). Массачусетский технологический институт (MIT) (являющийся, кстати, главным партнером Сколтеха). Калифорнийский технологический институт, Caltech. Во Франции — Парижская политехническая школа. Или Национальная школа мостов и дорог, в которой учился в том числе гость Двадцать третьих Губернаторских чтений Андрей Безруков... Все названные учебные заведения хранят инженерную традицию. Но вот что интересно: в момент своего возникновения все они без исключения были лютой, беспрецедентной инновацией — и само производство инноваций стало в них традицией. Как им это удалось?

Тут мне вспоминается мысль Цицерона, высказанная им в трактате «О государстве»: «Государство должно быть устроено так, чтобы существовать вечно». Думаю, не только государство — это верно для любого социального института. Если вы реформируете институциональную среду или создаете некий институт с нуля... Если вы хотите, чтобы он заработал и принес добрые плоды, то мыслить надо не в категориях сиюминутной конъюнктуры — как быстро воспользоваться открывшимся окном возможностей, побежать за модой или внезапно начавшимся финансированием. Так ничего не получится. Нужно, напротив, ориентироваться на перспективу вечности — и работать так, как будто строишь на века. Вот тогда инновация станет преобразоваться в традицию, а традиция сможет, непрерывно обновляясь, продуцировать новые инновации. Это, разумеется, философское рассуждение — польза его только в том, что оно подсказывает определенный способ мысли и действия. О конкретных же рецептах будет говорить академик Кулешов.

А.П.Кулешов

Уважаемые коллеги! Сегодня я буду говорить об очень важной для страны теме: о развитии инженерного образования в России. Исторически оно переживало и периоды расцвета, и периоды стремительной деградации. Современный этап — не первый, когда мы теряем почти все, что было достигнуто раньше. Вспомним, что некогда существовала

великая русская императорская инженерная школа. Но после революции 1917 г. Зворыкины, Сикорские и многие другие гениальные специалисты уехали (кстати, инженеры уезжали более массово, чем академические ученые). Примерно к 1929 г. стало ясно, что хороших преподавателей больше нет, что режим воспроизводства инженерного корпуса нарушен, поэтому нужно выписывать специалистов из США и Европы — естественно, под задачи индустриализации. Так и сделали. К счастью, те ехали в СССР с большой охотой, потому что западный мир как раз тогда был охвачен Великой депрессией. Иностранцы приняли участие в строительстве Днепрогэса и Магнитки, обучили множество студентов... В результате довольно быстро сложилась собственная инженерная школа — настолько же блестящая, как и предыдущая. Достигнутый ею к 1950—1970-м годам уровень инженерной науки и практики все еще не оценен должным образом.

Приведу забавный пример. В 1995 г. американцы стали выкупать у России двигатели, сконструированные Советским Союзом еще под лунную программу, закрытую в 1965 г. Тогда все имевшиеся 50 образцов залили маслом, завернули в целлофан, положили на полевым полигоне и 30 лет не трогали. Приехав туда, американцы обнаружили на этом месте целую березовую рощу. Чтобы вытащить для испытаний один экземпляр (а это здоровенная махина), рощу пришлось спилить. Потом уже в Америке инженеры гоняли на стенде этот двигатель (повторяю, пролежавший 30 лет) вдвое больше положенного, но в итоге бросили это занятие и просто купили все оставшееся. Да и сейчас американцы летают в космос на наших РД-180 (модификация РД-170, разработанного в СССР еще в 1970-е годы). То есть их инженерная школа не смогла превзойти советские разработки, спроектированные, между прочим, самыми примитивными с современной точки зрения способами — на кульманах, с применением логарифмических линеек и т.п.

Другой пример. В начале 1990-х годов я был свидетелем уникального случая, когда французская военная делегация передала нашим ракетчикам на обсчет форму крылатой ракеты (в те годы такое бывало). Главный конструктор Соколовский только посмотрел на чертежи и сразу же сказал примерно следующее: «Но подождите! Не может быть. Крылья просто не могут находиться здесь, они должны быть вот тут!» Французы оторопели, потом стали оправдываться и отшучиваться: «Конечно-конечно, мы их сдвинули сюда лишь для того, чтобы вас проверить!» Вот что такое инженерная интуиция.

Но в том-то и дело, что время этих способов уходит безвозвратно. Да, современный инженер (как, кстати, и инженер прошлого века) понимает в свойствах железа, металлов меньше, чем средневековый кузнец, работавший с доспехами. Это умение ощущать материал кончиками пальцев, эта интуиция, рожденная на основе длительного, передающегося из поколения в поколение опыта, доступна только ремесленникам и только ими хранится. Между прочим, такие гениальные «ремесленники», энергомашевцы, спроектировавшие эти знаменитые

двигатели, до сих пор стоят за теми же кульманами — а ведь они уже в большинстве своем дряхлые старики!

В новом технологическом укладе подобный образ деятельности и мышления оказался практически невостребованным. Современная авиация требует каждые 3—4 года спускать со ступеней новое воздушное судно. В такой спешке работать на уровне телесного навыка нельзя. Нельзя, во-первых, потому, что интуитивные навыки формируются очень долго; во-вторых, потому, что интуиция срывается не всегда.

Как вы думаете, из-за чего лук и стрелы были вытеснены огнестрельным оружием? Совсем не по причине их низкой эффективности. Очень долго процедура засыпки пороха, прицеливания и выстрела требовала гораздо больше времени, чем в случае лука и стрел, где натянул тетиву — и готово дело. Хуже были и точность, и дальность, и убойная сила. Более эффективный лук вышел из употребления только потому, что хорошего лучника надо было обучать с раннего детства и лет этак 20. А хорошего стрелка из ружья можно подготовить в считанные дни — то есть поставить этот процесс на поток, сделать массовым. Вот так произошло и с современной инженерной наукой.

В конце 1980-х годов компьютерные технологии и мощности вышли на качественно новый уровень. Поэтому ситуация в отрасли изменилась коренным образом. Инженерная наука 1970-х годов и начала XXI в. уже не имеют между собой практически ничего общего. Соответственно, и специалистов сейчас обучают по-другому. Я работаю в Сколтехе относительно недавно, всего четыре месяца, а перед этим в течение долгого времени я был директором Института проблем передачи информации РАН. Это научное учреждение известно тремя лауреатами Филдсовской премии (аналог Нобелевки для математиков, с 1936 г. в мире таких лауреатов было всего 56). В нашем институте была создана замкнутая экосистема, готовившая выпускников под себя — либо для исследовательской деятельности (6 кафедр), либо для инновационной (стартапы). Кроме того, мы набирали студентов-второкурсников из МФТИ, лучшего учебного заведения страны для математиков. И тем удивительнее, что второкурсников Физтеха приходилось доучивать еще два с половиной года, чтобы дотянуть их до минимально приемлемого уровня. Следовательно, даже в лучших вузах страны математическая подготовка оставляет желать лучшего. А именно она — главное для современного инженера.

Недавно на одном из мероприятий МФТИ я выступал первым, а затем по необходимости быстро ушел. Сказал я примерно следующее: ваш вуз дает хорошее образование, но совершенно не учит математике; способные ребята со всей страны остаются на уровне «сырья», получают знания из учебников 1960-х годов. Обучать их надо по-другому и другим вещам. Оказалось, что мои слова вызвали колоссальный отклик и даже скандал; после мероприятия ректор принял решение поменять всю структуру математической подготовки в вузе. Мне кажется, им было принято верное решение.

Подчеркну: математическая подготовка в рамках инженерных специальностей даже в ведущих вузах страны сегодня ведется крайне убого. Почему? Недавно на канале «Культура» я участвовал во встрече с ректорами МВТУ и МФТИ, на которой обсуждалось инженерное образование. Ректор МВТУ вспомнил ходившую ранее поговорку: «Сдал сопромат — можешь жениться». Но если вы сегодня спросите западного студента или профессора, что такое сопромат, они вам не ответят! Сопромат в прежнем понимании исчез давным-давно, обучать ему — все равно что в современной школе учить счету на логарифмической линейке. Но в России преподавание такого сопромата почему-то продолжается. К слову, в расписании одного из факультетов МФТИ я с ужасом заметил предмет «Аналоговая электроника». Зачем этот каменный век?! После нескольких вопросов выяснилось, что он существует только потому, что есть некий Иван Иванович в возрасте 80 лет, которого хотят оставить в штате. Ну что ж, дело благородное — возмущаться я тут же перестал...

Конечно, есть локальные исключения, но в целом инженерная подготовка у нас так и осталась на уровне 1970-х годов. Современных инженеров в России не готовят. Это я утверждаю со всей ответственностью. Я учился на мехмате МГУ в самые лучшие его годы, когда конкурс на факультет составлял 27 человек на место. Однако ни одного дня как математик я не проработал, всю жизнь занимался инженерным делом. Вершиной моей инженерной карьеры стал пост заместителя генерального конструктора системы оперативного управления стратегическими ядерными силами. Так вот, о полученном математическом образовании мне не пришлось пожалеть ни разу — именно оно позволило мне стать хорошим инженером. Затем, когда времена изменились, я в течение долгого времени жил за границей, в Европе, создавал различные стартапы, но потом по предложению президента Академии наук В.Е.Фортова вернулся. Таким образом, мне хорошо знакомы и западная, и советская, и нынешняя отечественная инженерные школы.

Вернусь к современному состоянию дел. Как я уже говорил, в конце 1980-х годов зародилась новая инженерная культура. Одновременно два крупных предприятия, Dassault Systèmes (инженерный филиал авиационной корпорации Dassault) и LAMATRA, параллельно стали работать над CAD (computer-aided design), создавая программные, софтовые средства инженерной графики. В результате черчение исчезло просто как класс, вместо него появились инструменты CAD, который теперь использует весь мир. Половина пользователей работает в программе CATIA (изделие Dassault), другие — в Siemens NX. Эти программы позволяют легко создавать трехмерные модели: то, что раньше мучительно вычерчивалось на кульманах, сейчас делается с помощью компьютерных средств. Под них стали подстраиваться и средства производства: если раньше условный слесарь Вася шестого разряда брал чертеж и, ориентируясь на звук станка, фрезеровал деталь

с немислимой точностью, то сейчас главный инструмент — флешка с информацией, элементарно втыкающаяся в станок с числовым программным управлением. Такой станок прекрасно справляется с тем, что раньше делал уникальный рабочий.

Знакомая мне грузовая чартерная компания «Волга-Днепр» эксплуатирует десять Ан-124 «Руслан». Недавно они пожелали собрать для своей флотилии еще один экземпляр. К сожалению, даже обладая всей нужной документацией (это полтора вагона чертежей!), они не смогли этого сделать: уже исчезли и токари-кудесники советских времен, и станки, на которых те работали. А ведь нужно всего-то перевести бумажные чертежи в электронную форму! Но никто не в состоянии взяться за такую рутинную работу: нет соответствующих специалистов. Даже проектную документацию для Sukhoi Superjet 100 писали западные фирмы. Ее производство — рутина, даже без особой математики, но, как ни странно, ее пришлось заказывать за большие деньги у французов. В России много программистов и вообще умных людей, но нужных специалистов, к сожалению, не оказалось.

Хуже того, сегодня нет не только специалистов, но даже тех, кто мог бы их обучить! Сколковский институт науки и технологий и возник как реакция правительства на эту плачевную ситуацию. Стало понятно, что в России — пока — есть наука, но уже не осталось инженерии. Как и в 1929 г., мы вынуждены привозить специалистов, которые бы научили тех, кто станет потом тренировать рабочие массы. Поэтому мой визит в Тюмень надо рассматривать и как исполнение должностных обязанностей. Сколтех уже наладил хорошие контакты с Дальневосточным государственным университетом, Новосибирским государственным университетом, Южно-Уральским федеральным университетом и рядом других лучших вузов страны. Чтобы перенести современные западные знания и навыки на российскую почву, необходима налаженная университетская инфраструктура. К счастью, нам удалось привлечь высококвалифицированных профессионалов и профессоров, которые могут обучать по 100 человек в год; очень надеюсь, что это послужит катализатором общего процесса. И что Тюмень станет в этом процессе участвовать.

К слову, сколковский образовательный эксперимент оказался удачным не во всем — культура имеет значение, и мы учимся это учитывать. Сколтех задумывался как маленькая копия Массачусетского технологического института, как попытка имплементировать лучшие мировые практики на российской почве — без каких-либо изменений. Но отечественная реальность показала, что такая тактика иногда дает сбой. В США, в том числе в МИТ, студент сам выбирает, чему учиться. Там нет отдельных факультетов, школ, основная инициатива в выборе курсов исходит от учащихся. Чтобы объяснить, почему эта система стала приносить в России совершенно иные плоды, я привожу коллегам из Массачусетса следующий пример: американцы привезли в Ирак прозрачные ящики для голосования, честно посчитали итоги выборов, но

демократия в стране так и не возникла. Потому что демократия — это состояние мозгов, а не формальные институты. Обучение в МИТ стоит примерно 50 тыс. долларов в год. Иногда его оплачивают родители, футбольная команда или стипендиальный фонд. Иногда приходится брать банковский кредит. Но в любом случае у студента в голове «прошито», что кто-то дал ему деньги и это больше не повторится. Он получил единственный в жизни шанс, который нужно использовать максимально. Поэтому он выбирает самые сложные, самые многообещающие курсы. В Сколково все наоборот — студент ничего не платит, да еще и получает довольно большую стипендию. Поэтому обучающиеся делают что? Правильно: выбирают курсы попроще. Чтобы не напрягаться. Сейчас мы пытаемся с этим справиться.

МИТ, наряду со Стэнфордом и Гарвардом, по всем рейтингам считается одной из лучших математических школ мира. Как ему удалось занять такое высокое положение? Некоторые выводы можно извлечь из книги «Я — математик», которую написал «отец кибернетики» Норберт Винер. Будучи евреем, эмигрировавшим в конце 1930-х годов из Германии, он не смог устроиться в топовые Гарвард и Йель — евреев тогда в США недолюбливали. Его взяли только в небольшую малоизвестную школу на Западном побережье. С тех пор в МИТ появился не только Винер, но и Карл Шеннон, Изадор Зингер, принесшие университету ту славу, которой он обладает до сих пор. Я считаю, что хорошая инженерная школа всегда соседствует с высококлассным физическим и математическим образованием, а без последнего даже изначально неплохая начинает деградировать.

...Так вот, в конце 1980-х годов, когда появились первые компьютерные программы инженерной графики, инженеры, получив столь удобное средство для 3D-проектирования и моделирования, избавились от необходимости что-либо рисовать руками. В тот момент нужны были мощные компьютеры — и сопутствующая им сильная математика. Поэтому в каждом из подразделений, создающих инженерный софт, работали большие группы специалистов по дифференциальной геометрии. Эта область математики незаменима, чтобы решить, например, часто встречающуюся задачу — гладко «склеить» две поверхности сложной формы. Мехмат МГУ в лучшие годы свои выпускал примерно пять специалистов по дифференциальной геометрии, сейчас и того нет. А России их нужны сотни!

Буквально три-четыре месяца назад я был на совещании у министра экономического развития А.В.Улюкаева, где среди прочего поднимался вопрос, как в порядке импортозамещения заменить зарубежный инженерный софт отечественным. Позвонив своим приятелям из области профильного консалтинга, я попросил справку о суммарной трудоемкости созданного инженерного софта. Оказалось, что в процесс его разработки на сегодняшний день вложено уже 750 тыс. человеко-лет квалифицированного труда! То есть даже при наличии 5 тыс. сверхчеловеков, которые работали бы круглосуточно, для такого

импортозамещения понадобится полтора века! Нет, никто не спорит — Россия не должна зависеть от санкций, от чужой воли... Но есть объективная реальность. Что делать? Я посоветовал бы определить те критические области, без наличия которых уж совсем нельзя существовать независимо, и в них выращивать собственные компетенции.

Давайте перейдем теперь к нефтегазовой индустрии, более близкой для тюменской аудитории. Очевидно, что сегодня отечественные нефтяные компании живут на инженерных средствах таких компаний, как Schlumberger, Halliburton... Почему нам трудно с ними конкурировать? Вот конкретный пример. Некоторое время назад один из профессоров мехмата пришел ко мне с замечательным решением ряда гидромеханических уравнений, которое создал вместе со студентами. Его удивило, что результат все очень хвалили, но никто не хотел брать в прикладную разработку. Я могу ответить почему. Сегодня мы имеем дело с массовым спросом, с огромным количеством полевых инженеров, которые привыкли работать только с мышкой — и только это в полевых условиях им действительно необходимо. Качество системы уравнений их не волнует, потому что она для них — как пуговица от пиджака, пусть даже очень хорошая. Смысл имеет только комплексное, законченное решение. Костюм целиком.

Одна из очень важных областей современного инженерного программирования называется Design space exploration (DSE), по-русски «исследование пространства параметров дизайна». Она позволяет автоматизировать решение наиболее сложных инженерных задач. К сожалению, из работающих на сегодняшний день в мире 70 млн инженеров-конструкторов только 1% способен оперировать инструментами DSE. В начале 2000-х годов надеялись, что эта доля будет постепенно возрастать, вкладывали в ее наращивание огромные средства... Ничего не вышло. Тут, видимо, некая мировая константа, постоянство которой связано с распределением интеллекта в популяции. В результате наиболее успешные крупные компании решили обмануть природу и начали создавать вертикально интегрированные решения. Их идея заключается в том, чтобы условный инженер, который всю жизнь проектирует, например, редукторы и оперирует рядом стандартных понятий («шестеренка», «прочность», «размер» и др.), получил такое программное средство, которое само занимается вычислениями и может освободить его от всех математических сложностей, позволяя работать в сложившейся понятийной области (то есть формулировать запрос: «нужна такая-то шестеренка с такими-то параметрами»). Пока в создании вертикально интегрированных решений нет каких-либо значимых результатов, но в нее вливаются огромные деньги. Будем следить за развитием событий.

На сегодняшний день в самых высокотехнологичных компаниях, где работает множество суперквалифицированных сотрудников (например, в Airbus и Boeing), рядовой инженер тратит 60% времени (в менее топовых компаниях — до 80%) не на проектирование,

а на поиск аналогов требующихся деталей. Остальное время уходит на то, чтобы «подправить» найденное под конкретные нужды. Буквально полгода назад одна из американских компаний продала почти за миллиард долларов накопленную ею за долгое время базу 3D-моделей. Эти цифры иллюстрируют тот факт, что в современном мире колоссальные усилия математиков направлены на создание средств для грамотного 3D-retrieval, то есть извлечения из базы геометрических 3D-моделей результата, наиболее близкого к запросу инженера. Вроде бы тривиальная математическая задача по поиску инвариантов до сих пор не решена: средство Dassault, выполняющее поиск по аннотациям и описаниям, работает плохо.

Таким образом, тренд современного инженерного развития заключается в том, чтобы замаскировать математические сложности и сделать форму запроса для конечного пользователя максимально простой, а систему поиска — максимально эффективной.

Сегодня на домашнем 3D-принтере любой человек, за 15 минут ознакомившись с инструкцией, может напечатать для себя расческу. Технология развивается, и я думаю, что с течением времени отпадет необходимость в огромном количестве инженеров-проектировщиков и конструкторов, занимающихся работой среднего уровня сложности. Отсюда вопрос: куда они денутся? Помните, Москва была раньше промышленным городом, с целыми кварталами и районами, населенными пролетариатом? Заводов в Москве не осталось; но куда исчезли рабочие? В Европе похожая ситуация: в заводских цехах сегодня жужжат одни манипуляторы. Такое чувство, что мир со страшной скоростью разлетается в противоположных направлениях: в одну сторону движутся «яйцеголовые», в другую — люди, способные выполнять только сервисные функции. Зона применения рабочих навыков и интеллекта среднего уровня сжимается, как шагреновая кожа. Сколковский институт науки и технологий стремится воспитывать научную и технологическую элиту России. Надеюсь, через пару лет мы приобретем необходимую репутацию и престиж, и наша миссия станет ясна всем. Но социальные проблемы, связанные с таким ходом прогресса, надо решать отдельно.

В передовых индустриях (нефтегазовой, аэрокосмической) простых задач уже не осталось. А сложные требуют соответствующих по уровню методов решения. Им, к сожалению, у нас не учат. Во Франции, где живет мой старший внук, в школе есть три типа итоговых экзаменационных профилей. Один из них, «le bac S» (baccalauréat scientifique, по естественным наукам), сдает по собственному выбору 51% выпускников. Почему? Потому что без него нельзя поступить даже в ветеринарную школу, не говоря уже о технической. Содержание «le bac S» перекрывает образование любого отечественного технического вуза без исключения. Не надо иллюзий: 18-летний француз знает математику гораздо лучше, глубже и современнее, чем выпускник отечественного технического университета, возможно, за исключением физтеха

и, может быть, матфака НИУ ВШЭ! К слову, о лидерстве «Вышки» уже хорошо известно в профессиональной среде — сейчас все команды олимпиадников и международников идут туда, а не на мехмат МГУ. Как выпускник мехмата говорю это с болью. Но это правда.

Во французских вузах студентов первые два года учат только физике и математике, а уже потом следуют три года обучения инженерным дисциплинам. Поэтому в стране с населением всего в 60 млн человек производят атомные авианосцы и подводные лодки, ядерное оружие и все виды спутников, ракеты, гражданскую авиацию и скоростные поезда. И это при том, что французы вообще-то, мягко говоря, не любители работать. Ни одному французу нельзя назначить встречу в другой стране в понедельник — потому что как это он куда-то полетит в воскресенье?! 40 часов рабочего времени в неделю для них предел. Для сравнения: средняя рабочая неделя американского инженера длится 65—70 часов. И тем не менее, поработав с большинством инженерных школ мира, должен признать, что французская — абсолютный топ.

К сожалению, понимание того, что знание математики — основа инженерного образования, у нас не стало общим. Поэтому в России на сегодняшний день нет критической массы людей, способной вырастить новое поколение инженеров. Задача Сколтеха, как я уже говорил, в том, чтобы ее создать. В 1929 г. инженерная школа в стране отсутствовала, были только выпускники Института красной профессуры. Однако уже к концу 1930-х годов школа возникла. Следовательно, наладить воспроизводство кадров в обозримый период можно. Тем более что специалисты по всему миру отмечают: у нашей молодежи, наших молодых ученых все еще очень хорошая «интеллектуальная генетика».

Инженерная наука 1970-х годов отличается от современной прежде всего методами математического моделирования. Если раньше инженер находил решения на основе интуиции и опыта, то сейчас их заменяет правильно подобранный комплекс программ. Если раньше оптимизация формы самолета проводилась с огромными затратами времени (на обдув экспериментальных конструкций, снятие характеристик, выяснение наиболее подходящих форм для различных режимов полета), то сейчас гигантские вычислительные кластеры выполняют эту работу механически. В предыдущий период (даже при наличии вычислительных машин с ограниченной мощностью) инженер сначала подготавливал задание для программиста, тот писал код и шел с ним в вычислительный центр коллективного пользования; через некоторое время программист возвращался с результатом. Затем инженер что-то на основе полученных результатов менял и последовательность повторялась.

Сегодняшний инженер, словно хозяйка груды белья в стиральную машину, закладывает в программу кучу вариантов. На выходе он получает подсказку, какую кучу загружать следующей. Раньше его успех обеспечивали хорошая интуиция, небольшое количество расчетов

и очень большое количество прямых, натуральных экспериментов. Сейчас в основе всего лежит математическое моделирование, среди разновидностей которого самое важное — предсказательное. В России оно отсутствует практически полностью, в то время как все крупные западные инженерные компании работают преимущественно за счет его ресурсов.

Чтобы сертифицировать самолет, Евросоюз требует провести анализ всех критических нагрузок, а это около 10 млн вычислительных экспериментов! Даже на мощных кластерах некоторые единичные расчеты занимают часы и даже дни. Как быть? Примерно 10 лет назад мы придумали способ, позволяющий избежать вычислительных экспериментов такого масштаба. Сложную систему считают только в базовых точках, чтобы потом сделать аппроксиматор, то есть приближенный расчет, заменяющий и вычислительные, и прямые натурные эксперименты. Конечный результат, естественно, проверяется в натуре, но благодаря такой оптимизации время проектирования сокращается в десятки раз. Два года назад Airbus на авиасалоне в Ле Бурже опубликовал пресс-релиз, согласно которому разработанные нашей компанией программные средства позволили на 10% сократить время проектирования дальнемагистрального лайнера А-350. Для справки: проектирование самолета такого класса стоит порядка 10—20 млрд долларов. Действительно, время — деньги!

Сегодня накоплено огромное количество данных, на основе которых можно строить аппроксиматоры и предсказывать нужные свойства объекта, не решая заново одни и те же системы уравнений. Раньше такие задачи не возникали, потому что не было соответствующих резервов хранения данных, средств их обработки, да и самого объема накопленной информации. Поэтому сегодня появился новый класс математических задач. Предсказательное моделирование, таким образом, — это классическая, чистая математика, реализованная с помощью компьютерных программ.

В заключение хотел бы привести несколько интересных примеров, демонстрирующих потенциал методов предсказательного моделирования, основанных на так называемом «глубоком машинном обучении» (deep learning). Раньше это называлось «нейронные сети», но в последнее время они были радикально усовершенствованы.

Представьте себе, что полное собрание сочинений Артура Конан Дойля переведено в компьютерный код, то есть в нули и единицы. Если в таком виде его ввести в программу глубокого обучения, то она может точно классифицировать различные периоды творчества автора, соответствующие его биографии. Естественно, компьютер ничего не понимает ни в литературе, ни в Шерлоке Холмсе, ни в людях вообще и даже не знает об их существовании. Он видит только код. И распознает, что тот оказывается структурирован как-то по-другому.

Сегодня сети, основанные на deep learning, — самое эффективное средство предсказательного анализа. Впервые за долгое время

человечество создало нечто замечательное, принцип работы которого до сих пор не понятен ему самому. В мире есть несколько «гуру», умеющих строить такие сети, — но они не могут ни описать их образ, ни кого-либо этому научить. Это все равно что пытаться объяснить постороннему человеку, как твоя бабушка варит лучший борщ в мире.

Много примеров того, зачем это нужно и какие применения находит, приведено в моей презентации. А на концептуальном уровне сети deep learning — это попытка алгоритмизировать интуицию, да и некоторые другие свойства, которые считались исключительно человеческими. Одно из ближайших последствий прогресса в области распознавания образов — то, что прекратит свое существование сфера приватного. Вас один раз сфотографировали в толпе (или вы просто попали в поле зрения камеры) — и все. Просто по лицу о вас можно будет найти любую информацию — от адреса и номера счета до медицинских диагнозов. Потому что вся эта информация уже есть во всемирной паутине, ее надо только оттуда извлечь.

Итак, мои основные тезисы таковы. Современная российская ситуация в сфере инженерного образования и инженерной культуры, за редкими исключениями, довольно драматична. Условно говоря, страна снова находится в 1929 г. — специалистов, хорошо знакомых с передовыми методами работы и способных им научить, приходится завозить из-за границы. Если тот успешный исторический опыт не воспроизвести, Россия со страшной скоростью станет приближаться к уровню Нигерии и Зимбабве. Мы сможем только пользоваться гаджетами, но не будем понимать, как они функционируют и как их модифицировать. Революция в инженерном образовании и культуре невозможна без изменений в преподавании математики. Вчера, на встрече с представителями Тюменского индустриального университета, мы беседовали о возможных формах его сотрудничества со Сколковским университетом. Надеюсь, нам удалось наметить некоторые пути преодоления того кризиса, о котором я говорил сегодня.

**Ректор Тюменского
индустриального
университета
О.А.Новоселов**

По сегодняшнему докладу А.П.Кулешова можно понять, какая атмосфера царил на его вчерашнем выступлении в Тюменском индустриальном университете. Неплохо было бы, чтобы высказанные им мысли услышали в технических вузах не только нашего региона, но и всей страны.

Развитие инженерного образования и формирование современной инженерной культуры — один из главных приоритетов не только России, но и Тюменской области и нефтеперерабатывающей отрасли. В стране создается — воссоздается — сеть вузов, в которых образовательный акцент будет делаться на технических специальностях. В нашем регионе по совместной инициативе Тюменского государственного нефтегазового университета, Тюменского государственного архитектурно-строительного университета и правительства области создан

опорный Тюменский индустриальный университет как центр подготовки кадров для базовой отрасли страны. Структура потребления углеводородов, согласно большинству прогнозов, останется стабильной еще минимум 40 лет. Наш регион, как известно, дает 68% всей нефти и 92% газа Российской Федерации и, соответственно, формирует около 40% бюджета страны. Поэтому в ответ на тенденции к снижению добычи и истощению легко извлекаемых запасов мы должны интенсифицировать применение высоких технологий, заняться поиском нестандартных ресурсных баз и подготовкой инженерных кадров новой формации.

Именно такова ориентация Тюменского индустриального университета. Среди наших приоритетов — развитие магистерских программ, привлечение абитуриентов из других регионов и стран, модульное обучение, максимальный учет практических потребностей работающих в регионе компаний.

Замечу, что в русле идей основного доклада образовательная программа первых двух лет бакалаврской подготовки будет включать в себя комплексное обучение математике и физике; для этого мы пригласили ведущих преподавателей из нескольких университетов страны.

Уже прошла первую обкатку инновационная модель обучения по направлению «Бурение нефтяных и газовых скважин». Образовательный процесс здесь разбит на модули и синхронизирован с представленным в регионе нефтесервисным бизнесом. Окончив очередной модуль, студенты малыми группами (5—6 человек) перемещаются на производственные площадки. Территориальная близость множества нефтегазовых компаний — одно из главных конкурентных преимуществ Индустриального университета. Его использование помогает организовать образовательный процесс наиболее эффективным образом.

Результаты тестирования компетенций старшекурсников направления «Нефтегазовое дело», проведенного компаниями «Сургутнефтегаз» и «Роснефть», показали, что наш университет уже стал лидером в подготовке профессиональных кадров и с большим отрывом опережает расположенный в Москве Российский государственный университет нефти и газа им. Губкина. Научная деятельность в вузе также организована на высоком уровне: ряд наших технологических инноваций находится на стадии опытных промышленных работ, их ввод в эксплуатацию обсуждается с такими компаниями, как «ЛУКОЙЛ — Западная Сибирь», «Газпром», «Роснефть», «РН-Уватнефтегаз».

Проекты университета позволяют развивать компетенции одновременно в фундаментальных, смежных и прикладных областях знаний; этому способствует привлечение в вуз под конкретные задачи ведущих специалистов. На данный момент стратегия Тюменского индустриального университета выглядит весьма гармонично. Согласно ей, наш вуз — это центр подготовки кадров для корпораций топливно-энергетического комплекса, лидер в своей области, реализующий фундаментальные научные проекты и продуктивно сотрудничающий с ведущими мировыми корпорациями.

**Проректор
по взаимодействию
с индустриальными
партнерами
Тюменского
государственного
университета
Е.В.Голубев**

В моем докладе речь пойдет о новой концепции инженерного образования на примере реализуемого в регионе проекта «Политехническая школа». По данным рейтингового агентства «Эксперт», дефицит инженерных кадров в России составляет 29%. Безусловно, такая ситуация ставит перед Тюменью ряд острых вызовов. С одной стороны, в области растет количество новых производств, для которых подготовка специалистов ранее не осуществлялась, с другой стороны, происходит ввод сложных месторождений. Следовательно, возрастает роль фундаментальных знаний, поскольку при эксплуатации таких месторождений инженеры вынуждены разрабатывать и адаптировать новейшие технологии.

Почему Тюменский государственный университет — классический вуз — решил дать свой ответ на указанные вызовы? Прежде всего вспомним, что ТюмГУ — участник проекта «5-100». Поэтому у нас просто нет выбора! К тому же университет уже имеет опыт реализации крупных совместных проектов с индустриями. Например, недавно завершился трехлетний совместный проект с заводом «Нефтемаш» по организации производства новой измерительной установки и строительству уникального научно-испытательного стенда. В подтверждение слов академика Кулешова о структуре современной инженерной работы скажу, что 80% времени было затрачено нами именно на моделирование. По завершении проекта мы создали вместе с «Нефтемашем» базовую кафедру и центр, где студенты проходят и обучение, и практику. Эта работа подтвердила, что предприятие ценит наших выпускников в первую очередь за фундаментальные знания в физике и математике. Анализируя пути их трудоустройства, я вижу, что обученные в ТюмГУ физики и математики активно задействованы в корпоративных исследовательских центрах нефтяных компаний не только Тюмени, но и Санкт-Петербурга и Москвы. Добавлю также, что с 1 июня университет совместно с компанией «Газпромнефть» открывает магистерскую программу «Концептуальный инжиниринг». Это и есть инженерное образование новой формации.

По инициативе губернатора Якушева в регионе на базе ТюмГУ уже два года функционирует Политехническая школа, нацеленная на компенсацию традиционных недостатков классического образования — линейности, лекционно-семинарского формата, узкой специализации, устаревших форм контроля уровня знаний и т.д. Такое учебное заведение призвано продвигать новые подходы к подготовке кадров. Очевидно, что сегодня лидирующую роль занимают те страны и регионы, в которых создаются новые технологии, поэтому качество инженерных кадров служит залогом конкурентоспособности экономики. В 2014—2015 учебном году Политехническая школа уже реализовала программу дополнительного профессионального образования «Интеллектуальное месторождение». В ее рамках студенты были вовлечены в представляемые индустриальными партнерами реальные проекты. Единицей обучения стал не класс и не ученик, а проектная команда.

Кроме того, мы проявили особую строгость в конкурсном отборе. Он проводился не только по академическим успехам, но и на основе эссе, где абитуриенты демонстрировали свои межпрофессиональные компетенции. Опять-таки в качестве иллюстрации к основному докладу замечу, что, участвуя в реальных проектах, студенты постоянно находятся в рискованной среде, осознают свою ответственность не только за результат, но и за расходуемые на их обучение средства.

**Свободный
микрофон**

Депутат Тюменской областной думы А.П.Конев: Главный докладчик убедительно показал, что для повышения уровня инженерных кадров необходимо в первую очередь заняться совершенствованием математической подготовки в высших технических учебных заведениях. Как физик по образованию я хотел бы обратить внимание на вторую составляющую инженерного образования — на изучение физики. Каковы роль и место этой дисциплины сегодня, в каком состоянии она пребывает? И соответствует ли это состояние международным ориентирам?

Преподаватель Тюменского индустриального университета В.В.Конев: Сегодня много было сказано об имеющихся проблемах, однако хотелось бы услышать также рекомендации по их преодолению. В частности, меня интересует, в каком направлении следует двигаться преподавателям в условиях тесного сотрудничества с международными корпорациями?

Депутат Тюменской областной думы В.И.Ульянов: К сожалению, в главном докладе я не услышал практически ничего о школьной подготовке будущих специалистов. Какую роль, по мнению А.П.Кулешова, в процессе образования и подготовки будущих инженеров должна играть средняя школа?

Студентка Тюменского индустриального университета А.Чистых: В докладе было упомянуто, что уровень образования в регионах значительно ниже, чем в столице. Каким образом, по мнению докладчика, можно исправить данную ситуацию?

Депутат Тюменской городской думы А.М.Селезнева: В советский период я посвятила преподаванию сопромата и строительной механики целых семь лет. Обидно, что сопромат сегодня не нужен! Однако меня интересует другое: существует ли связь между снижением качества отечественного образования и коммерциализацией высшей школы? Ведь если раньше студент после окончания университета был обязан отработать по распределению, то сегодня он может спокойно забрать диплом и покинуть стены своей alma mater, просто заплатив за обучение.

Другой вопрос. В одном из докладов шла речь о практическом обучении студентов в рабочих бригадах. При этом сегодня многие учреждения стараются не принимать в свой коллектив людей, состоящих в каких бы то ни было родственных связях, что иногда закрепляется в виде нормативных положений, вплоть до прямого запрета. Что по этому поводу может сказать докладчик?

Депутат Тюменской областной думы И.В.Лосева: Ни для кого не секрет, что сегодня идет сокращение высших учебных заведений за счет их укрупнения. Как главный докладчик относится к этому процессу? Кроме того, мы видим, что стремительные изменения происходят и в области базового школьного образования. Раньше все мы обучались по единому учебнику, который утверждался научным сообществом, экспертами и поэтому был нацелен на качественное решение поставленных перед страной задач. Но сейчас Министерство образования рекомендует одновременно несколько десятков учебников. К чему может привести подобный плюрализм?

Генеральный директор Сибирского научно-аналитического центра А.М.Брехунцов: В Тюменской области еще в 1960—1970-е годы были открыты крупные месторождения газа и нефти. На сегодняшний день запасы нашего региона не исчерпаны даже наполовину. Все это время отечественные специалисты и технологии демонстрировали хорошие показатели. Однако сейчас наступил переломный момент: все российское в одночасье стало плохим, мы кинулись за технологиями Schlumberger и Halliburton, которые наводнили страну и вытеснили все отечественное. И после сегодняшних докладов у меня возникло двойственное ощущение. Оказывается, мы сегодня находимся в 1929 г.! Вопрос в том, почему мы не смогли осознать движение в этом направлении в нужный момент, почему не были вовремя приняты конкретные меры, которые помогли бы преодолеть колоссальное отставание России в нефтегазовой отрасли и вывести ее на лидирующие позиции?

Обозреватель ТРИА «Тюменская линия» Е.Бабенко: Только недавно на моей даче перестал работать холодильник «Бирюса», который мои родители купили за год до моего рождения.

С.И.Каспэ: И Вы хотите спросить у докладчика, что именно в нем сломалось?!

(Смех в зале)

Е.Бабенко: В нем ничего не сломалось, он просто стал очень старым. За все время службы он подвергся ремонту лишь один раз, когда потребовалось заменить резиновый уплотнитель на дверце. Ни один современный холодильник не может похвастаться таким ресурсом, таким

сроком службы. Так на какую же концепцию должна ориентироваться современная отечественная инженерная школа? На создание качественного, долговечного, пусть зачастую и дорогого продукта — или на производство товара-однодневки, рассчитанного только на гарантийный срок?

Учитель Тюменской областной физико-математической школы, доцент Тюменского государственного университета О.А. Тарасов: В советское время подготовка студентов определялась стремлением сформировать целостную личность, разностороннюю и гармоничную: инженер, условно говоря, должен был не только знать математику, но еще и уметь петь и танцевать. Не пора ли нам вернуться к этой модели? Иными словами, должен ли инженер в современных реалиях быть всесторонне образованным и демонстрировать познания не только в своей узкой области, но также в сфере экономики и юриспруденции?

Зам. директора департамента информатизации правительства Тюменской области М.В. Рудзевич: Сегодня в докладе был приведен отличный пример с пуговицей, которая может быть хороша в качестве единичного продукта, однако купить ее могут только в комплекте с костюмом. В связи с этим примером у меня возник вопрос: известны ли главному докладчику какие-либо инициативы на федеральном уровне, которые подходили бы к решению задач комплексно, координировали бы деятельность регионов?

А.П.Кулешов

Прежде всего я хотел бы ответить на вопрос о соотношении физики и математики. Безусловно, физика является наукой базовой, без нее не обойтись. Кстати, в последние годы вместо математической физики все чаще можно услышать о так называемой физической математике. Здесь можно провести историческую параллель, вспомнив о временах Исаака Ньютона, которому не приходилось лишней раз доказывать тесную связь физики и математики — она для него была совершенно очевидной. Сегодня, когда слушаешь некоторых ведущих математиков, таких как Максим Канцевич или Эдвард Виттон, непременно ловишь себя на мысли, что перед тобой не математик, а физик. Где-то наверху, в фундаментальных теоретических вопросах, физика и математика переплелись чрезвычайно тесно. Это напоминает ситуацию XVII в., время господства натурфилософии. Воистину, развитие идет по спирали!

К примеру, мы в Сколтехе открыли Центр advanced studies. Возглавил его профессор Игорь Кричевер — настоящая мировая звезда, вот только непонятно, в какой конкретно области, в физике или в математике. Физики его считают своим, математики — своим. Поэтому сейчас, говоря о математике, я вкладываю в это понятие гораздо более широкое содержание, нежели это обычно принято.

Теперь о развитии инженерного образования. Я не вполне понял вопрос о контактах с международными корпорациями. В самом общем виде, я пытался говорить о том, что следует предпринять для дальнейшего развития нашего инженерного образования. Мой тезис состоял в том, что требуется прежде всего встроиться в мировой тренд и понять, каким образом возможно быстрее всего преодолеть пропасть между глобальными тенденциями отрасли и ее состоянием в нашей стране. Именно поэтому мы и находимся в зависимости от таких корпораций, как Schlumberger и Halliburton. Необходимо понимать, что существуют такие нюансы и детали, о которых не принято говорить публично. Например, вчера мы с ректором Тюменского индустриального университета беседовали о важности свободного владения профессиональным английским. Мы вполне можем представить себе ситуацию, когда человек не способен даже заказать такси по телефону, однако при этом запросто может написать отличную научную статью. В старых академических московских и питерских научных центрах обучение этому навыку происходит естественным образом. Довольно быстро человек усваивает определенный набор устойчивых оборотов: 100, 200 или 300 штампов, которые позволяют спокойно писать профессиональные статьи. Ведь печататься в международных изданиях сегодня просто необходимо! И именно этот вопрос, я думаю, особенно сложно решать в регионах, в том числе и в Тюмени. У нас в Сколтехе рабочим языком является английский. У многих в связи с этим возникает вопрос: зачем в России развивать английский язык? Здесь обычно кивают на французов, известных крайне ревностным отношением к чистоте своего языка. Да, во Франции телеведущего, употребляющего англицизм, на первый и второй раз штрафуют, а на третий увольняют. Французский — единственный язык, в котором нет слова computer, только ordinateur. Однако при этом все французские инженеры без исключения свободно говорят по-английски, пусть и со своим ужасным акцентом. Английский является языком современной инженерной культуры, и это нужно принять как данность. Все остальное — от лукавого.

Здесь, кстати, я могу ответить на вопрос о возможных конкретных действиях: например, мы предлагаем взять группу тюменских студентов, предоставив им такие обучение и стажировку, в результате которых профессиональный английский язык стал бы для них практически родным. Подобное обучение трудно выстроить удаленно: оно дается только изустно, от старшего поколения к младшему. Кто-то должен сидеть рядом и говорить: «Вот здесь надо написать так, вот здесь — так». Но плоды такой подготовки не заставят себя ждать.

Теперь обратимся к вопросу о роли школьного образования в подготовке инженерных кадров. Какая здесь существует проблема? Прежде всего мы должны понимать, что, говоря о качестве школьной подготовки, мы ведем речь о средней температуре по больнице. К примеру, упоминавшийся мной Игорь Кричевер перешел к нам в Сколтех с должности декана математического факультета Колумбийского

университета — не в последнюю очередь потому, что хотел учить своих внуков в знаменитой 57-й московской школе. Есть еще и 2-я, столь же знаменитая. То есть в университетах они будут учиться в Америке, а вот в школе — здесь. Традиция элитного школьного образования — это самое лучшее, что мы, к счастью, сохранили с советских времен. Я глубоко убежден, что любые попытки слияния элитных школ с обычными, о котором сегодня порой заходит речь, будут просто губительны. Элитное образование — это залог нашего будущего, и поэтому его просто необходимо сохранять и развивать.

С.И.Каспэ

Можно я вклинюсь на несколько секунд? Мне редко бывает приятно так, как сейчас. В упомянутой 57-й школе я 12 лет проработал учителем. Я, правда, преподавал историю, но в том числе и математикам, и до сих пор с этой школой дружу. Все, что сказано нашим гостем об элитных школах, чистая правда. Их надо беречь. И растить. Потому что именно там живут и традиции, и инновации.

А.П.Кулешов

Надо же, какое замечательное совпадение!

Теперь о том, что касается уровня среднего школьного образования. Не слушайте тех, кто говорит, что школьная подготовка в Европе и США лучше, чем в России: ситуация везде примерно одинакова. Учитя и достигает успехов только тот, кто хочет учиться. Конечно, утрата советской школы — это очень большая потеря.

Далее, к вопросу об образовании в регионах и в центре. Мне постоянно приписывается то, что я не говорил. Закон Паркинсона в действии: если ты три раза произнес одну мысль, в аудитории непременно найдется тот, кто поймет ее в обратном значении. Я не говорил, что качественное образование можно получить только в Москве. С одной стороны, в России действительно есть три города, где до сих пор можно получить наиболее качественное образование, — это Москва, Санкт-Петербург и Новосибирск. С другой стороны, по отдельным направлениям есть исключения. Так, во Владивостоке существует прекрасная подготовка по морской биологии, такой нет больше нигде.

Что касается сопромата, то мне за него тоже очень обидно. Но давайте будем откровенны: сопромат — это упрощенный и приблизительный способ подсчета прочностей конструкций. И сегодня, когда имеется специальный софт, который выполняет подобные расчеты с высочайшей точностью, потребность в сопромате отпадает: достаточно просто ввести необходимые параметры и получить результат. Да, в каком-то смысле это логика «Недоросля»; однако не будем забывать, что этот софт создан на серьезной теоретической базе. Мы живем в технологически меняющемся мире, и, чтобы двигаться дальше, это нужно принять.

Теперь постараюсь ответить на вопрос о невозможности для родственников работать на одном предприятии. По-моему, этот аспект не

имеет особого значения. Отмечу лишь, что в организации деятельности предприятий важно следить за тем, чтобы не возникали кланы и конфликты интересов, способные привести к дискриминации лиц, не входящих в эти кланы. Впрочем, это всего лишь мое личное мнение.

Вопрос о сокращении вузов — это прежде всего вопрос о соотношении количества и качества. В советское время в вузах обучалось примерно 25% населения, сейчас высшее образование имеют 90% молодежи. Нетрудно догадаться, как это сказывается на качестве образовательного процесса. Если рассматривать этот вопрос с точки зрения конкретных экономических потребностей, необходимо признать, что нам просто не нужно такое количество людей с высшим образованием. Поэтому мероприятия по укрупнению и сокращению высших учебных заведений оправданы стремлением вернуть диплому о высшем образовании его статус. Правда, у этой медали есть и обратная сторона — это социологический фактор. Ведь вузы, помимо прочего, являются агентами социализации. К примеру, сейчас во Франции наиболее здравомыслящие граждане сожалеют об отмене призывной армии. Потому что она была важнейшим агентом социализации для всей молодежи пригородов. Там эти люди учили французский язык, начинали понимать, что такое дисциплина, приобретали важнейшие навыки социального взаимодействия. Теперь, в отсутствие всего этого, что они делают? Жгут машины. Как следствие, в стране наблюдается существенный рост социальной напряженности. Так что взгляд на эту проблему должен быть комплексным, поскольку необходимо учитывать все возможные факторы.

Ситуацию с учебниками для средней школы я могу охарактеризовать только как вопиющее безобразие. Базовый учебник, без сомнения, нужен, и он должен быть единым. Давайте не будем ориентироваться на опыт США, где все-таки совершенно другая система образования. К тому же, если мы посмотрим на любую европейскую страну, то обнаружим, что обучение физике и математике в средней школе ведется там согласно унифицированному стандарту. Это принципиально важно, поскольку, окончив школу, ученик попадает в среду, где к нему предъявляются определенные требования. Если он им не соответствует, он просто не сможет в ней находиться. Однако тут есть еще один сопряженный и очень сложный вопрос — вопрос о том, какой именно математике надо учить. Приведу один пример. Пять лет назад Московский центр непрерывного математического образования провел любопытный эксперимент. Студентам-социологам из Высшей школы экономики предложили две задачи. В одной из них требовалось решить логарифмическое неравенство, и с этим справились 95% студентов. Условие другой задачи было следующим: врач прописал пациенту принимать по 4 таблетки в день на протяжении 5 дней. В аптеке продают таблетки только по 8 штук. Вопрос: сколько коробок нужно купить пациенту? Как Вы думаете, сколько студентов справилось с этой задачей? Всего 10%! Возникает резонный вопрос: какую, собственно,

математику необходимо преподавать? С одной стороны, логарифмические уравнения, которые никогда не понадобятся подавляющему большинству людей, с другой — бытовые математические операции. Показательно в приведенном мною примере то, что мы имеем дело с функциональной неграмотностью, с неспособностью понять смысл текста и поставленного вопроса.

Я не согласен с тем распространенным тезисом, что правительство ничего не предпринимает для ликвидации отставания от стран Запада. Проблема давно осознана и находится в процессе решения. Другое дело, что это реально трудно сделать. Ведь разрыв образовался не за один день. Было упущено слишком много времени: речь идет приблизительно о 25—27 потерянных для развития годах, и отправная точка здесь начало 1990-х. К сожалению — или все же к счастью — прогресс не стоит на месте. Перед нами два альтернативных варианта: сдаться, смириться с засильем зарубежных компаний либо продолжать вести собственные разработки. Я, безусловно, считаю, что идти надо по второму пути. Но мы должны понимать, что потенциал Советского Союза потерян безвозвратно, вместе с крахом социалистической системы. Это означает, что прагматика текущего момента просто не позволяет нам в одночасье стать абсолютно самодостаточными. Поэтому сейчас необходимо выделить ключевые, наиболее жизненно важные направления развития, с тем чтобы сконцентрировать на них все имеющиеся ресурсы. Да, существуют комплексные программы импортозамещения: например, проект «Логос», реализуемый «Росатомом» и, в частности, ядерным центром в Сарове. Его целью является замена значительной части иностранного инженерного софта отечественными разработками. Но, увы, повторю еще раз, физику не обманешь. Сегодня у нас просто нет такого количества, образно говоря, «лошадиных сил», чтобы осуществить полное замещение. Следует принимать только точечные решения, понимая, чем можно пожертвовать, а без чего обойтись совершенно невозможно.

Теперь к вопросу о холодильнике «Бирюса». Промышленно производить качественные и долгосрочные товары попросту невыгодно с коммерческой точки зрения. Это связано и со стилем мышления, навязанным нам обществом потребления. Согласитесь, мы меняем автомобили и прочую технику гораздо чаще, чем это в принципе необходимо. Это особая философия потребительства, которая отличается от того, что было в Советском Союзе; тем не менее это не вопрос выбора между социалистической и капиталистической моделями экономического развития. Это вопрос ценностный, общечеловеческий. Культ потребления был и в СССР, просто в особой, специфической форме. Но мы должны осознавать, что потребление само по себе совершенно бесконечно. У кого-то жемчуг мелкий, у кого-то суп жидкий. На ум приходит старый анекдот: «В очередной раз, принимая с утра свой завтрак, я с горечью осознал, что никогда на моей яхте не будет вертолетной площадки».

Должен ли инженер понимать экономику? Это прямо зависит от того, насколько высокое положение занимает конкретный специалист. Для крупного руководителя, принимающего глобальные решения, понимание экономических процессов просто необходимо для того, чтобы оценивать перспективы тех или иных направлений технологического развития. Однако для рядового инженера наличие основательной экономической подготовки совсем не обязательно.

Когда мы говорим о развитии системы образования, мы поневоле вынуждены принимать во внимание зарубежный опыт. Во Франции и в Германии высшее образование предоставляется на бесплатной основе. В Соединенных же Штатах Америки, если ты хочешь, чтобы твой сын закончил, скажем, Медицинскую школу Гарварда, ты должен быть готов заплатить примерно 600 тыс. долларов. Хорошо это или плохо? На первый взгляд плохо. Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что эта «платность» может быть довольно условной. Потому что если ты очень умный, то непременно найдешь стипендиальный фонд, который за тебя заплатит. Платность образования на самом деле ведет к более ответственному подходу со стороны обучающегося. Если человек понимает, что кто-то за него платит и это не абстрактное государство, а конкретный субъект, то у него волей-неволей формируется более серьезное отношение к результату. Сказать, что платность или бесплатность образования является абсолютным благом или злом, довольно сложно. Я не могу ответить однозначно на этот вопрос. Давайте, однако, сразу исключим криминальные варианты с простой покупкой диплома. Когда человек учится на врача и покупает зачеты и экзамены, за это надо стрелять. Мы говорим о выборе между двумя моделями — платной американской и бесплатной французской. Вот относительно них я действительно не могу сказать, какой вариант лучше.

Е.Б. Заболотный

Уважаемые участники «Губернаторских чтений»! Я хотел бы от лица правительства области и губернатора Якушева поблагодарить всех вас, и в первую очередь академика Кулешова, чье выступление было крайне интересным и содержательным. С вашего позволения я выскажу несколько наблюдений личного характера, которые возникли у меня по ходу дискуссии. Прежде всего хочу поблагодарить лектора за тот заряд оптимизма, который он сегодня всем нам передал: как было сказано, мы просто «генетически» обречены на успех. Очень приятно, что в ходе обсуждения был затронут вопрос о самых элементарных вещах, составляющих основу инженерного образования. Я не раз вспоминал свою школу, совершенно обычную — в которой, однако, работали совершенно необыкновенные учителя. Это был самый первый урок математики. Войдя в класс, держа в руках линейку, циркуль и мел, наш математик, заслуженный учитель страны, сказал: «Математику уже затем учить надо, что она ум в порядок приводит». Эта фраза нас буквально поразила, мы все как один увлеклись математикой и в итоге показали

блестящие результаты на выпускных экзаменах. Многие из нас, поступая в вуз, решили выбрать карьеру инженера. «Математика приводит в порядок ум», и в этом смысле ее роль не изменилась по сей день; ее изучение никогда не проходит даром. Мы должны транслировать эту мысль в общество, во все его ярусы, от простых школяров до управленцев высшего звена. Мы должны прямо обратиться к последним, послав центру энергичное сообщение о том, что сегодня стандарты инженерной подготовки должны иметь в своей основе фундаментальный теоретический базис. Нужно преодолеть нынешний крен в сторону изучения сугубо прикладных дисциплин, который имеет место и на уровне бакалавриата, и на уровне магистратуры. Только на основе фундаментальной подготовки можно двигать вперед инженерное образование. Только в этом случае мы — тоже воспользуясь прозвучавшей сегодня метафорой — перестанем рассуждать о том, как пришить пуговицу, и будем думать о костюме в целом.

В Тюменской области сегодня многое делается для развития инженерного образования. Функционируют физико-математическая школа, политехническая школа, технопарк и, конечно, Тюменский индустриальный университет, играющий ключевую роль в подготовке инженерных кадров. Все это готовые площадки для сотрудничества со Сколтехом. И оно обязательно будет. В регионе проделана внушительная организационная работа, но нам надо двигаться дальше, и это задача, которая лежит на плечах всех тех, кто имеет отношение к нашей отрасли, — от учителей математики и физики до преподавателей высшей школы, отвечающих за подготовку высококвалифицированных специалистов.

В заключение я хотел бы еще раз выразить сердечную благодарность академику Кулешову. Мы многое делаем для развития и процветания Тюменской области: строим дороги, мосты... Он предложил нам сегодня построить совершенно особенный мост — «мост знаний». Используем же эту уникальную возможность и выжмем из нее все, что только сумеем, на благо Тюмени и всего региона. Тогда и только тогда мы сможем с уверенностью заявить: сегодняшняя встреча не прошла даром.