

Академик Олег Фиговский (Израиль – США)

Инновационный инжиниринг – путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий

Двадцать первый век становится веком борьбы за индивидуальность, в то время, как двадцатый век стал веком тотального копирования. Апофеозом цивилизации этого века стало появление и распространение 3D – принтеров, которые позволяют немедленно скопировать любую вещь от пиццы до ракеты. Тотальное массовое копирование (одежда, пища, культура) приводит к тому, что сегодня каждый стремится занять хоть один уникальный экземпляр. И для России путь создания оригинальных идей и прорывных технологий вероятно, единственно верный. Понятно, что в области серийной продукции России и Украине никогда не быть конкурентом Китая. В связи с этим нужно пересмотреть бытующее представление о технике как о прикладной науке

В своем выступлении на конференции «Технология фантастического» в Институте «Стрелка», Геннадий Горелик подчеркнул, что задание инженера-изобретателя и физика-исследователя различны, а в некотором смысле противоположны. Первый из готовых элементов знания, как из блоков конструктора LEGO, придумывает новое работоспособное устройство, а второй сомневается в самих элементах, исследует их и открывает новые. Физик Макс Планк, первооткрыватель квантов, считал, что цель науки – картина мира, освобожденная от человеческого присутствия. В технике такое просто невысказано: любое изобретение, включая марсоход, подразумевает человека, для которого это изобретение будет работать.

Такой контраст объясняет впечатление, которой произвел на коллег-физиков Сахаров своим неожиданным изобретением термоядерной бомбы. Его изобретательский дар для многих затмил его дар физика. Понадобилось время для осознания, что Сахаров «был сделан из материала, из которого делаются великие физики», как сказал нобелевский лауреат Виталий Гинзбург (не считавший себя великим физиком).

Изобретательство в новой науке отличается от изобретательства в технике тем, что изобретаются нематериальные инструменты познания – понятия, принципы, законы. Наука – это всегда теория, даже если пользуется и материальными приборами, опытами, наблюдениями и измерениями. Обычно восхваляют Фрэнсиса Бэкона за то, что тот проповедовал опытную основу естествознания. Продвигает науку, однако, изобретательный человек, который, размышляя над опытами, иногда – чудесным образом – изобретает понятия, прямо не наблюдаемые, но позволяющие связать опытные факты. Так Галилей «изобрел» пустоту, а Ньютон – всемирное тяготение. Так «изобрели» молекулу, электромагнитное поле и так далее.

Эти изобретения нелегко «пощупать», они убедительны лишь для профессионалов, понимающих их связи с опытом и их возможности в познании мироздания. Поэтому нынешнему изобретателю новой техники, желающему максимально расширить свой арсенал, необходимы серьезные научные знания, без которых обходились изобретатели колеса, паровой машины и мышеловки.

В связи с этим для развития российской инновационной системы необходимо резкое увеличение научно-исследовательской деятельности университетов. Однако для создания сильных университетов, эффективно осуществляющих свои функции, необходимо наличие высокопрофессиональных специалистов и ученых, но без достойной зарплаты нельзя привлечь их на работу. Однако уровень оплаты в наших вузах остается невысоким.

Во всем цивилизованном мире оплата труда профессора и депутата парламента приблизительно одинакова, то же самое и наблюдалось в 80-гг. в Советском Союзе – профессор и депутат Верховного Совета имели сопоставимую заработную плату. В настоящее время в России и Украине бюджетная зарплата профессора и депутата парламента различается приблизительно в 7-8 раз. Несоответствие заработной платы мировому уровню может стать серьезным сдерживающим фактором при формированию университетов-лидеров.

Т. О'Коннор, проректор по образованию Национального исследовательского технологического университета МИСиС, подчеркивает, что для эффективного развития научно-исследовательских университетов необходимо, прежде всего, наладить продуктивное сотрудничество друг с другом.

Помимо этого устанавливать региональное сотрудничество между НИУ и вузами: так, например, в США успешно сотрудничают университеты в Бостоне и Чикаго, в Европе – прочный научный союз (научный треугольник) между Лондоном, Оксфордом и Кембриджем. Причем, как он подчеркивает, статус вуза при таком региональном объединении не играет особой роли, то есть вовсе не обязательно, чтобы это были самые престижные университеты в стране или во всем мире. В России и Украине такие неформальные объединения пока единичны.

Одним из ярких примеров того, как интеллектуальная деятельность преобразуется в крупную отрасль техники, является развитие беспилотной авиации, где Израиль считается мировым лидером.

По данным Стокгольмского международного института исследования проблем мира, Израиль является монополистом на мировом рынке беспилотной авиации – израильские авиастроительные компании осуществили 41% продаж дронов на мировом рынке (более, чем в пятьдесят стран).

Выступая на международном конгрессе беспилотных систем и роботов, бывший командующий израильскими ВВС генерал Эйтан Бен Элияху сказал: «За последние 10 лет инвестиции в беспилотные системы увеличились в десятки раз. Эра пилотируемых штурмовых вертолетов прошла, у пилотируемых истребителей нет будущего, перспективы транспортной авиации также сомнительны».

Как пишет Александр Шульман, в 1974 году два молодых офицера, лейтенанты Иегуда Мази и Элвин Эллис, служившие в дивизионе Firebee, демобилизовались из армии и создали фирму «Эирмеко».

Исходя из опыта Войны Судного Дня они предположили, что небольшой простой дрон, начиненный самой современной израильской электронной аппаратурой и оснащенный телекамерой, будет куда более соответствовать реальным боевым задачам, чем радиоуправляемый реактивный гигант Firebee.

Прототип первого дрона, получивший название «Мастиф», был в 1974 году собран в гараже одного из энтузиастов. Однако в израильской авиастроительной корпорации Israel Aircraft Industries (IAI), занятой в то время разработкой и производством реактивных истребителей-бомбардировщиков, первый дрон интереса не вызвал. Молодых авиаинженеров неожиданно поддержала компания «Гадиран», занимавшаяся производством военной аппаратуры связи – она заключила с ними договор на производство опытного образца. После летных испытаний проект перешел в корпорацию IAI, начавшую разработку дронов «Скаут». «Мастиф» и «Скаут» стали первыми образцами мирового дроностроения.

Первые дроны выглядели крайне неказисто на фоне достижений реактивной авиации: несмотря на свою электронную начинку, они имели поршневый двигатель с толкающим винтом, крейсерская скорость их немногим превышала 100 км/ч, потолок высоты составлял всего 4,5 км, а дальность действия ограничивалась сотней километров. Да и запасов топлива хватало всего на несколько часов полета. Однако вскоре выяснилось, что именно такой тихоход отвечал требованиям воздушной разведки и наведения на цели – малый размер и корпус из стекловолокна, которое прозрачно для РЧ-излучения, делали дрон невидимым для радаров противника. Успешный опыт применения беспилотных летательных аппаратов в бою, полученный в ходе операции «Арцав», оказал решающее влияние на бурное развитие беспилотной авиации в последующие годы. После ливанской войны командование ЦАХАЛа не стало жалеть средств на беспилотники. В 80-90 годы начался подъем израильского дроностроения. Одна за другой создавались новые фирмы, авиастроительные корпорации открывали специальные подразделения для разработок и производства беспилотников различного назначения.

На развитие беспилотной авиации оказал существенное влияние и такой фактор, как закрытие проекта истребителя «Лави», бывшего гордостью израильского авиапрома. **Целью** израильских авиаконструкторов было создание истребителя, превосходящего по своим тактико-техническим характеристикам американский аналог – истребитель F-16A/B. Поставленная цель была достигнута, что доказали испытательные полеты израильского самолета.

В США поняли, что имеют дело с опасным конкурентом. Под предлогом защиты собственной авиапромышленности американцы стали добиваться полного прекращения программы «Лави». Под американским давлением Израиль был вынужден свернуть этот проект в 1987 году. Столь драматические события привели в беспилотную авиацию плеяду талантливых авиаинженеров, ранее занятых в проекте «Лави», что только способствовало бурному развитию израильского дроностроения.

Беспилотная авиация Израиля (включая перспективные разработки) представляет собой длинный список летательных аппаратов различного назначения – от крошечных, весом в 300 грамм дронов Ghost, способных запускаться с руки и стоящих на вооружении разведки и пехотных рот, до крупнейшего в мире беспилотника «Эйтан», чей размах крыльев достигает 35 метров, а вес 4 тонн.

Главным назначением «Эйтана» называют дальнюю разведку, поиск и уничтожение установок баллистических ракет. Машина может около 50 часов «висеть» на высоте до 10 км над контролируемыми районами, предусмотрено оснащение ее системой дозаправки в воздухе.

«Эйтан» оборудован системами спутниковой навигации, аппаратурой слежения и обнаружения целей в оптическом, инфракрасном и радиодиапазонах, средствами управления огнем и ударными комплексами. При крейсерской скорости 296 км/ч (максимальная – 460 км/ч) он может теоретически пролететь 14,8 тысяч км. Масса полезной нагрузки «Эйтана» в зависимости от дальности полета сможет достигать 1,8 тонны.

Несмотря на расширяющийся выпуск многофункциональных БПЛА, израильские конструкторы не оставляют без внимания и небольшие дроны тактического назначения, так называемые ближние разведчики. Израильской армией приняты на вооружение малые дроны «Skylark» и «Seagull».

Предназначенные для выполнения задач на уровне взвода – роты, оба дрона имеют радиус действия 5-10 км и их можно запускать с руки. На них может быть установлена

видеокамера и инфракрасные датчики обзора. «Skylark» может находиться в воздухе более двух часов, «Seagull» – более шести часов.

Далее Александр Шульман описывает и гражданское применение таких дронов: «Беспилотный пассажирский самолет был впервые представлен концерном IAI. На данном этапе речь идет о четырехместном самолете. Хотя с технологической точки зрения никаких преград для создания беспилотного пассажирского самолета нет, существует значительная психологическая проблема, которую необходимо преодолеть. «Пассажиры пока боятся лететь на самолете, на котором нет пилота», – объясняет директор инженерного центра IAI Цви Арази.

Еще одной разработкой IAI является беспилотный самолет, работающий на солнечной энергии. По словам директора проекта Идана Регева, новый самолет может находиться в воздухе столько, сколько нужно, поскольку солнечной энергии аккумулируемой в течение дня, хватает на полет в течение ночи. Для аккумуляции энергии на крыльях самолета расположены солнечные батареи.

Генерал резерва Офир Шахам, возглавляющий исследовательский отдел израильского министерства обороны, считает, что мир стоит сейчас перед настоящей «беспилотной революцией», которая полностью перевернет традиционные представления о роли и месте человека на войне и в повседневной жизни. Генерал Шахам так определяет причины израильских успехов в развитии беспилотной авиации:

«Есть три объяснения израильских достижений в развитии беспилотной авиации:

– У нас есть масса талантливых и инициативных людей, готовые к инновациям и способных решать, казалось бы, невыполнимые **задачи**;

– Мы обладаем огромным боевым опытом, полученном во множестве войн и вооруженных конфликтов, в которых наша страна неизменно выходила победителем;

– Мы постоянно вовлечены в вооруженные конфликты. Оперативная ситуация требует от нас непрерывной работы и немедленной реакции на изменяющиеся угрозы».

2013 год стал годом новых прорывов и в технологии материалов.

Так, Паула Т. Хэммонд (Paula T. Hammond) – исследователь из Массачусетского технологического института разработала новый материал, который планируется как альтернатива существующим системам крепления титанового или полимерного эндопротеза к кости коленного сустава человека. На поверхность эндопротеза были нанесены чередующиеся слои полиакриловой кислоты и смеси из гидроксиапатита, минерала, входящего в состав нативной костной ткани, и хитозана – полисахарида, выделенного из панциря ракообразных. Затем они добавляют внешние слои высокомолекулярного аминоэфир, разлагающегося под действием воды, и смеси, состоящей из полиакриловой кислоты и костного морфогенетического белка-2 [bonemorphogeneticprotein-2 (BMP-2)], который инициирует рост кости. После того как эндопротез с покрытием нового типа был внедрен в берцовую кость крысы хирургическим путем, он контролируемо медленно высвободил костный морфогенетический белок-2 в течение 30 дней. Этот белок стимулировал стабильный рост ткани между эндопротезом и берцовой костью крысы. В тестах на механическую прочность эндопротезов исследователи обнаружили, что для удаления эндопротезов требуется усилие – новое покрытие в 2-3 раза прочнее по сравнению с традиционным полиметилметакрилатным цементом.

Новые «умные» полимеры, отличающиеся чрезвычайно высокой чувствительностью к значениям pH с исключительной точностью могут обнаруживать и делать видимыми

опухоли. Принцип действия новой системы основан на том, что ткани опухоли, как правило, отличаются более высокой кислотностью по сравнению со здоровыми тканями. Ученый Циньминь Гао (Jinming Gao) из Университета Техаса разработал флуоресцентный нанозонд, который реагирует на увеличение кислотности среды. Практически все твердые опухоли отличаются повышенной кислотностью, поскольку гликолиз в раковых клетках протекает на повышенной скорости, и глюкоза расщепляется только до молочной кислоты.

Нанозонды получены с использованием сополимеров, диссоциирующих при фиксированном значении pH. В полимер внедрены флуорофоры, которые невидимы, пока они являются частью композита, однако в результате высвобождения они демонстрируют яркое флуоресцентное свечение.

Исследователи настроили полимеры таким образом, что они начинают диссоциировать при значении pH 6.9. Это означает, что зонды практически невидимы в крови, значение pH которой 7.4, однако их флуоресценция возрастает в 100 раз в опухолях, pH которых обычно лежит в интервале от 6.5 до 6.8.

В начале этой статьи я писал об опережающем развитии 3D-печати. В феврале в Корнельском университете с помощью 3D-принтера ученые напечатали искусственное ухо из коллагена и культуры клеток. В марте британские дантисты вырастили первый зуб из стволовых и альвеолярных клеток. В апреле ученые из Центрального госпиталя Массачусетса успешно пересадили живой крысе почку, выращенную из стволовых клеток на соединительнотканном каркасе от трупного донора. В июле японские ученые вырастили из стволовых клеток рабочую печень и успешно пересадили ее живой мыши. Впрочем, лабораторными животными дело не ограничилось: в июне в США микрохирурги пересадили человеку биоинженерные вены в руку.

Значительный прорыв достигнут и в области водородной энергетики. Принцип работы водородного двигателя известен давно. Вместо бензина в автомобиль должны загружаться батареи, содержащие водород в виде соединения с другими веществами. Затем он выделяется в ходе химической реакции и служит топливом. Главные преимущества – практическая неисчерпаемость запасов водорода на Земле и экологичность: вместо двуокиси углерода двигатели нового типа выбрасывают безвредный пар. До сих пор основная проблема заключалась в том, что обязательным элементом водородных батарей являлась дорогостоящая платина, в противном случае они оказывались крайне недолговечными. Химики Acal Energy нашли способ заменить платину жидким раствором солей металлов. Фирма намерена запатентовать свое достижение и предложить ведущим мировым автопроизводителям, после чего, по оценкам экспертов, "водородные" автомобили смогут поступить в продажу после 2020 года. Открытие было совершено фактически случайно, в ходе работы над более совершенными растворителями для химчистки. Автоконцерн Hyundai ранее обнародовал план начать продажи "водородной версии" популярного хэтчбека ix35. Toyota собирается представить концепт-кар с водородным двигателем в конце нынешнего, а Daimler и Volkswagen – к 2017 году. Однако эти модели не могли рассчитывать на коммерческий успех из-за дороговизны. Двигатели на основе технологии Acal Energy будут существенно дешевле, смогут проходить на одной заправке, в зависимости от мощности, от 450 до 650 километров, а замена батарей займет не больше времени, чем заливка бензина в бак.

Исследователи из Саудовской Аравии создали первый термоэлектрический генератор на подложке из гибкого силикона. Устройство способно генерировать в 30 раз больше энергии, чем предыдущие модели аналогичных генераторов. В будущем оно может найти применение в целом ряде областей, в частности, в мобильных телефонах, ноутбуках, биомедицинских датчиках и других портативных инструментах.

В своей последней работе группа исследователей из Integrated Nanotechnology Lab в King Abdullah University of Science and Technology (Саудовская Аравия) создала миниатюрный термоэлектрический генератор на гибкой подложке, способный генерировать мощность 0,15 мкВт, что в 30 раз превышает ранее создававшиеся устройства подобного рода. Процесс создания устройства включал в себя несколько этапов. На первом этапе производства устройства исследователи наносили двумерный слой теллурида висмута и теллурида сурьмы на поверхности недорогого объемного монокристалла кремния.

Таким образом, на слое кремния всего 18 мкм толщиной формировалось 63 термобатареи. Далее исследователи преобразовывали устройство, заменяя подложку из жесткого кремния на гибкую и прозрачную систему с использованием наиболее современных CMOS-совместимых процессов. Как объясняют члены научной группы, значительного увеличения мощности устройства удалось добиться, благодаря уменьшению площади поперечного сечения кремниевой подложки. А механическая гибкость устройства значительно увеличивает сферу возможных применений разработки, поскольку генератор теперь может быть интегрирован в самые разнообразные поверхности (даже неправильной формы).

Специалисты факультета машиностроения и компьютерного проектирования Национального сингапурского университета представили технологию изготовления магниторезистивной памяти с произвольным доступом (MRAM), которая обещает значительное увеличение ёмкости накопителей и продолжительности хранения данных при отсутствии питания.

Сингапурским исследователям в сотрудничестве со специалистами из Научно-технологического университета имени короля Абдаллы (Саудовская Аравия) удалось решить проблему путём использования многослойной магнитной структуры толщиной 20 нм. Теоретически использование новой методики позволит довести срок хранения информации в MRAM-памяти до 20 лет.

Авторы разработки считают, что, с точки зрения потребителей, внедрение предложенной технологии будет означать многократное сокращение времени загрузки компьютерных устройств, повышение надёжности хранения данных и увеличение ёмкости энергонезависимых накопителей.

Исследователи из США сообщили, что им удалось наблюдать так называемое хаотическое поведение в сегнетоэлектриках. Это неожиданное открытие, как они утверждают, в будущем может привести к развитию компьютеров, которые по принципу действия напоминают человеческий мозг, т.е.

инструментов, позволяющих и хранить, и обрабатывать информацию с помощью одних и тех же элементов. Совместная группа ученых из Oak Ridge National Lab и University of South Carolina (США) использовала острое сканирующее зондовое микроскопа (СЗМ), чтобы создавать «узоры» на поверхности сегнетоэлектриков. Как известно, для сегнетоэлектриков характерна спонтанная электрическая поляризация, направление которой может быть изменено с помощью внешнего электрического поля. Таким образом, прикладывая напряжение между иглой СЗМ и электрически поляризованной поверхностью сегнетоэлектрика (ниобата лития), исследователи создавали «точки», в которых поляризация изменялась на противоположную. Расположение этих точек (и их наличие) впоследствии может быть определено при прохождении острия вдоль поверхности в режиме силовой микроскопии. Описанная процедура позволила команде сохранить бинарную информацию на поверхности. Для задания «нуля» использовалась «точка» небольшого размера, а для «единицы» – большого (и это лишь один из примеров возможного кодирования). Когда точки находились друг от

друга на расстоянии порядка 500 нм, система работала очень хорошо. Но когда исследователи попытались сократить это расстояние, произошло нечто неожиданное. При попытке изменить поляризацию доменов, находящихся на более близком расстоянии, «точки» либо не формировались вовсе, либо создавали альтернативный рисунок, напоминающий шахматную доску. Команда также обнаружила, что напряжение, которое используется для записи «точек», а также локальная влажность, влияют на формирующуюся картину. После анализа результатов научная группа выявила, что в рамках данного явления наблюдается так называемое хаотическое поведение. Один домен может подавлять создание второго домена в непосредственной близости, но при этом способствовать формированию еще одного домена на большем расстоянии. Как считают ученые, такого рода поведение в перспективе может использоваться для создания так называемого «мемкомпьютера», основанного на новой модели вычислений, которая использует элементы, и хранящие, и обрабатывающие информацию с помощью одних и тех же структур. Прообразом идеи мемкомпьютеров является человеческий мозг, работа которого основана на нейронах и их связях. Синапсы могут хранить и обрабатывать информацию, грубо говоря, в одном и том же месте.

Вышеприведенные примеры показывают, что экономика знаний перспективней сырьевой экономики.

И на первое место в приоритетах, следовательно, выходит качественное инженерное образование, которое на высоком уровне в США и Великобритании.

По мнению профессора ГУ-ВШЭ Сергея Караганова, в России сейчас по полной программе проседает инженерное образование – то, чем мы еще совсем недавно гордились. Технари, выпускники элитных технических вузов сегодня не могут в России найти себе применение.

В России существует группа лидирующих университетов и группа тех, которые занимаются обучением, мягко говоря, условно. Если мы говорим о первой группе, то из нее примерно 2- университета постепенно поднимаются в мировом рейтинге, а остальные проседают. Это не обязательно связано с ухудшением образования. Дело в том, что на мировой образовательный рынок ворвались сначала Сингапур, Южная Корея и Тайвань, а теперь плавно вливается Китай. В Китае сейчас создаются один за другим отличные университеты с современными технологиями образования и обеспечением.

Они снимают сливки, прежде всего, с американской системы элитного образования. Конечно, появление нескольких десятков отличных китайских университетов не лучшим образом сказывается на отечественных вузах. При этом в Китае инженеров готовится больше, чем во всем мире.

Самая существенная проблема российского образования, я считаю, заключается в том, что в большинстве российских вузов в той или иной степени существует коррупция.

Другая крупная проблема – провал академической науки в 1980-90-е годы. Лучшие вузы страны, в том числе ВШЭ, сейчас пытаются собрать остатки научных кадров, но, конечно, этого недостаточно, и нужны куда более существенные усилия для восстановления российской науки.

Обе эти проблемы я детально обсуждал в своих статьях и интервью, которые приведены, например, в моих блогах (см. <http://figovsky.com/personal.html>).

При этом в лучших китайских вузах преподают PhD, получившие степень в элитных университетах США. Поэтому, я думаю, уровень сопоставим. Да посмотрите на США, Harvard, MIT Sloan и другие вузы. Последние годы там все труднее становится найти белых студентов – в основном это корейцы, китайцы, афроамериканцы.

В то же время, наше образование очень слабо интернационализировано, и это тоже большая проблема.

Хотя опыт Воронежского государственного университета архитектуры и строительства показывает, что возможно и эффективное решение этой проблемы: сегодня университет имеет филиалы в Шанхае и Ханое.

Сергей Караганов также считает, что пора переводить программы ведущих университетов на английский язык, и он думает, что «скоро мы займемся этим вопросом вплотную. К сожалению, у нас пока несколько предвзятое отношение ко всему иностранному, в том числе к английскому языку, и найдется очень много противников перевода образовательных программ на другие языки».

Общепризнанной становится задача создания и развития инновационной экономики знаний, высоких технологий и наукоемких производств. Задача состоит в том, чтобы создать «экономику, генерирующую и применяющую наукоемкие инновации», а не генерировать «инновации» для их мучительного внедрения в экономику.

Обладание передовыми технологиями является важнейшим фактором обеспечения национальной безопасности и процветания национальной экономики любой страны. Преимущество страны в технологической сфере обеспечивает ей приоритетные позиции на мировых рынках и одновременно увеличивает ее оборонный потенциал, позволяя компенсировать уровнем и качеством высоких технологий диктуемые экономическими потребностями необходимые количественные сокращения.

Отстать в развитии базовых и критических технологий, представляющих фундаментальную основу технологической базы и обеспечивающих инновационные прорывы, значит, безнадежно отстать в общечеловеческом прогрессе.

Процесс развития базовых технологий в разных странах различен и неравномерен. В настоящее время США, Евросоюз, Израиль и Япония являются представителями высокоразвитых в технологическом отношении стран, которые держат в своих руках ключевые технологии и обеспечивают себе устойчивое положение на международных рынках готовой продукции, как гражданского, так и военного назначения.

Это дает им возможность занимать доминирующее положение в мире.

В США ведущие бизнес-сообщества объединились в неформальную коалицию «Реализуя потенциал Америки» («Tapping America's Potential, TAP»). Основная заявленная задача этого объединения – поиск мер и механизмов, которые позволят США сохранить свое мировое научно-технологическое лидерство.

Главный среднесрочный ориентир коалиции TAP – «общее удвоение к 2015 году, примерно с 200 тысяч человек в начале прошлого десятилетия до 400 тысяч, числа выпускников американских вузов со степенями бакалавров по STEM-специальностям (STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics).

Авторы доклада TAP «Образование для сохранения инновационной инициативы» отмечают, что «высокообразованные технические специалисты – важнейшее дифференцирующее звено в глобальной экономической конкуренции», и ставят в пример азиатскую тройку – Китай, Индию и Южную Корею, где число выпускников вузов по естественнонаучным и инженерным дисциплинам растет регулярно и наиболее быстрыми темпами (только в Южной Корее в настоящее время ежегодно выпускается уже около 200 тыс. бакалавров и магистров по линии STEM, то есть практически столько же, сколько в США).

Особенно важно отметить, что в России и Украине практически нет программ по инновационному инжинирингу, курс которого был разработан израильскими учеными Климентием Левковым и Олегом Фиговским. Пока он реализован ими только в Открытом Университетом Сколково.

В частности, в этом курсе показано, что разработка инновационных продуктов представляет собой подготовку и осуществление инновационных изменений и состоит из взаимосвязанных фаз, образующих единое целое. Инновационный процесс связан с созданием, освоением и распространением инноваций. Он представляет собой объединённую общей целью инновационную деятельность какого либо субъекта экономики. Эта деятельность направлена на реализацию законченных научных исследований и инженерных разработок в виде нового или существенно усовершенствованного и реализуемого на рынке продукта. Результатами инновационной деятельности являются также новые или видоизменённые технологические процессы, используемые в практической деятельности, а также связанные с этими изменениями дополнительные научные исследования и разработки. Характер инновационной деятельности связан с предметной областью, в рамках которой создаётся инновационный продукт. Множество предметных областей, которые имеют общий научный базис, образуют отдельное направление в разработке инноваций.

Инновационный процесс осуществляется во временных рамках жизненного цикла инновационного продукта (ЖЦИП). Жизненный цикл инновационного продукта включает время на его разработку и время с момента первоначального появления продукта на рынке до прекращения его производства и рыночной реализации. Наряду с жизненным циклом инновационного продукта для системного инновационного направления существует ещё и жизненный цикл технической системы (ЖЦТС). Он является более длительным в сравнении с жизненным циклом инновационного продукта и охватывает период от инновационного замысла (ИЗ) до вывода из эксплуатации и утилизации.

Анализ деятельности, осуществляемой участниками инновационного процесса, показывает, что инновационный характер разработок новых изделий определяется трудом учёных и инженеров.

Современные системы могут состоять из отдельных разнородных и взаимосвязанных системных компонентов, каждый из которых является результатом исследовательской деятельности своего научного направления. Таким образом, отношение учёного к конкретной проектируемой системе имеет неопределённый и опосредованный характер. Каждый из результатов большинства научных разработок может быть использован при создании множества систем и, в каждом конкретном проекте, требует осуществляемой инженерами системной адаптации. В отличие от учёного, инновационные инженеры несут ответственность за качество системной разработки в течении всего периода её жизненного цикла.

Деятельность инженеров, осуществляющих разработку нововведений в различных инновационных направлениях, зависит от особенностей конкретных видов разрабатываемых инноваций и характера инженерной составляющей инновационного процесса, в рамках которого происходит последовательное превращение инновационного замысла в реализуемый на рынке продукт.

Предпочтительным вариантом инновационной разработки является такое исполнение объекта инновации, когда его структурно-функциональное и компонентное построение произведено с использованием известных решений и существующих компонентов, которые могут быть заимствованы из различных предметных областей. К применяемым в данном случае решениям относятся системные компоненты (функциональные узлы), компонентные взаимосвязи, модели и методы системного синтеза.

В пределах инновационной стадии структурно-функциональный синтез будущего продукта осуществляется инновационным инженером. Однако, не всегда для построения и технологической реализации требуемой рынком системы достаточно известных технических или технологических решений. В этом случае отсутствующие и необходимые функциональные элементы будущего инновационного продукта или методы его технологического воплощения становятся объектами научной разработки. При этом направленность и содержание прикладных исследований определяется на основании технических требований, сформулированных инновационным инженером.

В целом инновационный инжиниринг основан на системном, целенаправленном и согласованном взаимодействии всех участников инновационного процесса на исполнительском уровне. Однако, при реализации инновационной стадии жизненного цикла технической системы центральной фигурой инновационной деятельности является инновационный инженер. Его основной функцией при реализации этапов инновационной стадии ЖЦТС является применение достижений науки и техники, а также использование законов природы, ресурсов искусственных и естественных систем для разработки конкретных инновационных проектов. Инновационным инженером осуществляется решение задач по созданию функциональной модели (структурно-функционального образа) будущей инновации и её прототипа.

К сожалению, никто не интересуется этим курсом и продолжает создавать учебные программы с использованием устаревших положений и традиционных методов обучения. Поэтому трудно ожидать прорыва в инженерном образовании, и Россия, как и Украина отдает свои престижные позиции не только США, но и Китаю, с чем мне трудно примириться.