

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.В. Селиванов, Ю.Д. Ильин

Рассмотрены проблемы вузовской подготовки инженерных кадров для наукоемких отраслей экономики страны и обеспечения национальной безопасности. Предложены структура и порядок разработки концепции развития системы инженерного образования, а также меры по повышению ее результативности.

Ключевые слова: вузовская наука, концепция, наукоемкая промышленность, технологическая безопасность, оборонно-промышленный комплекс, программно-целевое управление, система инженерного образования.

CONCEPTUAL BASICS OF ENGINEERING EDUCATION SYSTEM

Paper represents the analysis of the problems of university training of engineering personnel for science intensive industries and national defense. Structure and development plan of the concept of engineering education progress, as well as actions for improving its effectiveness are proposed.

Keywords: university science, concept, science-intensive industry, technological safety, defense-industry sector, management by objectives, engineering education system.

Введение

Россия переживает сложный период своего научно-технологического развития, поскольку главной угрозой введенных странами «золотого миллиарда» долгосрочных санкций против России является попытка ее изоляции не только от промышленного и финансового рынков, но и от доступа к новым технологиям. Все большую остроту приобретает тенденция научно-технологического отставания России от ведущих стран мира: уже длительное время, по крайней мере, на 6–8 лет, она отстает в развитии большей части прорывных направлений в науке и технике. Удельный вес ее высокотехнологичной продукции на мировом рынке в последние два десятилетия не превышает 0,3%, что в 10 раз меньше предельного критического значения [1]. При этом доля интеллектуальной собственности в стоимости бизнеса всего 10%, что в 2,5 раза ниже предельного критического значения.

Одной из основных причин отставания в развитии прорывных технологий является острый дефицит высококвалифицированных инженерных кадров, особенно в области внедрения новых разработок. Президент РФ В.В. Путин на заседании Совета по науке и образованию [2] подчеркивал, что качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости. В связи с этим имеется настоятельная необходимость в разработке и внедрении концептуального подхода к совершенствованию системы инженерного образования (СИО).

Следует отметить, что в стране в последние десятилетия утрачен системный подход в подготовке кадров технического профиля в области высшего, среднего специального и профессионально-технического образования. Имеет место острый дефицит не только

«линейных» инженеров, но и инженеров-технологов, инженеров-конструкторов и инженеров-исследователей. Для исправления ситуации Минобрнауки России постепенно увеличивает долю «технарей» в общем объеме обучаемых студентов. Так, в 2015 г. выделено дополнительно 20 тысяч бюджетных мест на технические и другие востребованные в регионах специальности [3], что, на наш взгляд, явно недостаточно. По данным Комитета Государственной Думы по науке и наукоемким технологиям подготовка специалистов в области техники и технологий в России осуществляется более чем в 550 вузах, а дефицит инженеров составляет 25% [4]. Только 35% выпускников-инженеров идут работать по специальности, в то время как 20% россиян по-прежнему считают самыми престижными профессии юриста, экономиста, менеджера. Это подтверждают и результаты приема в вузы в 2014 г.: по итогам приема по 10 направлениям подготовки на бюджетные места поступили абитуриенты с наименьшими достижениями по ЕГЭ (меньше 60 баллов). Среди этих направлений оказались «Машиностроение», «Транспортные средства», «Технологические машины и оборудование» [5]. Иными словами, инженерные специальности по-прежнему не являются престижными среди молодежи.

Вместе с тем, за рубежом, например, в новой Стратегии национальной безопасности США [6], данному вопросу уделяется повышенное внимание. В частности, в подразделе «Лидировать в науке, технологиях и инновациях» отмечается, что США должны совершенствовать образование в области интегрированных естественных и точных наук, готовить завтрашних первооткрывателей, изобретателей, предпринимателей и высококвалифицированных рабочих, готовить преподавателей естественных и точных наук, достойно оплачивая их труд, развивать широкополосные сетевые соединения, создавать высокотехнологичные средства обучения для школ, поддерживать инновации в системе интегрированного обучения естественным и точным наукам, включая их в систему высшего образования.

На сегодняшний день России необходима срочная разработка концептуального подхода к подготовке и использованию инженерных кадров, обеспечивающих повышение их результативности в экономике страны.

Исходные посылки и ограничения

Среди угроз поступательному развитию экономики, обороноспособности и безопасности РФ в настоящее время особую значимость приобрели:

- интеллектуальная угроза (в стране большой дефицит, прежде всего, высококвалифицированных кадров технических специальностей, что сдерживает воссоздание и развитие наукоемкой гражданской и военной экономик);

- технологическая угроза (в промышленности весьма высокий (78% [1]) износ основных фондов (в т.ч. машин и оборудования) и довольно низкий уровень внедрения современных высокоавтоматизированных и роботизированных производств, что не способствует снижению брака в серийном производстве и повышению производительности труда).

В связи с этим целесообразно учитывать следующее.

Во-первых, в XXI веке в развитых странах мира началась третья технологическая революция, основанная на нано-, био, робото-, информационных и других технологиях, и кадрам в ней придается первостепенное значение. Главным становится создание принципиально новых изделий с высокой динамикой их замены.

Как показывает история развития человечества, технологическая революция, как правило, в первую очередь разворачивается в военной сфере, а затем и в гражданской. Особо значимым является тот факт, что в последние 25 лет в России прошла деиндустриализация страны, в несколько раз снизилась доля машиностроения (в 2013 г. она составляла 14% при критическом ее значении в 25% [1]), а также обрабатывающей промышленности. В стране на приемлемом уровне сохранился оборонно-промышленный комплекс (ОПК), его доля в наукоемкой продукции экспорта составляет около 80% и в последние годы увеличивается. Поэтому лишь на его основе через приоритетное развитие человеческого капитала и технологий двойного назначения целесообразно возрождение наукоемкого производства мирового уровня в гражданской сфере.

Необходимо отметить, что в новой технологической революции в ведущих наукоемких компаниях мира акцент смещается с производства на перспективные научно-технологические разработки, где создаются изобретения, кото-

рые быстро реализуются в конструкторско-технологические решения.

За счет аутсорсинга производства в развивающиеся страны и продажи лицензий многие компании получают основные прибыли. Однако как только роботы, 3D-принтеры и т.п. станут значительно дешевле, кадровая ситуация во многих странах резко изменится. И к этому нужно готовиться уже сейчас.

Во-вторых, в передовых странах борьба за человеческий капитал ведется не только в высшей школе, она уже переместилась в среднюю образовательную и даже начальную школу. В России идеология обучения и воспитания в общеобразовательной школе построена таким образом, что массово готовят потребителей, а не духовно и интеллектуально развитых и творчески активных личностей. Вместе с тем, можно утверждать, что только тот, кто обладает талантливыми и одаренными научными и инженерными кадрами, победит в технологической гонке передовых стран. Поэтому главная проблема сегодня – это даже не финансовое обеспечение и не технологическое переоснащение, а кадры, и, прежде всего, высококвалифицированные инженерные и научные кадры, способные работать на перспективу, качественно внедрять новые знания в критические технологии, перспективные материалы, конструкторско-технологические решения. И что нужно сделать, чтобы молодые талантливые инженеры и ученые выросли до уровня С.П. Королева и И.В. Курчатова?

В-третьих, достоверный прогноз достижений научно-технического прогресса (в т.ч. появления и внедрения прорывных технологий) на долгосрочную перспективу является задачей с множеством факторов и переменных. При подготовке инженерных кадров необходимо учитывать, что на результаты прогноза накладываются глобальные революционные процессы, происходящие в области мировой экономики, управления финансами и другими ресурсами (особую роль имеет борьба за ресурсы жизнедеятельности человечества), военного дела, нейрогенетики, миграции населения, устранения языковых барьеров и т.д. При этом интеллектуальная собственность становится все более важным стратегическим ресурсом быстро развивающихся государств в их конкурентоспособности. Так, Китай в 2015–2020 гг. планирует утроить число выдаваемых

патентов, чтобы внедрить высокотехнологичные решения в отрасли своей экономики. Резко растет в Китае и число публикаций. В России ситуация с патентами и публикациями весьма проблематична, особенно в части внедрения результатов интеллектуальной деятельности (РИД). За 13 лет (в 2000–2012 гг.) число выдаваемых патентов выросло на 105,6% [7], т.е. примерно в 2 раза. С 2008 г. по 2012 г. коэффициент изобретательской активности снизился на 5%, а коэффициент технологической зависимости увеличился на 10%, доля коммерциализованных патентов в 2008 г. составляла 5,55%, а в 2012 г. достигла предельно низкого уровня 0,14% [8]. По числу публикаций российских исследователей в научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus, Россия занимала с 2008 г. по 2013 г. 15-е место. Ситуация фактически не изменилась и в 2014 г. Выше России: США, Китай, Германия, Великобритания, Япония, Франция, Канада, Италия, Испания, Индия, Австралия, Южная Корея, Нидерланды и Бразилия. При этом в начале 2000-х годов российские вузы давали 25–30% от национального массива публикаций, сейчас – около 50% [9]. Среди четырех ведущих стран с развивающимися рынками (Бразилия, Индия и КНР) Российская Федерация находится на последних позициях. Отмечается, что спад связан не только с утечкой «мозгов» в 90-е годы, но и с понижением интереса к науке и техническим дисциплинам. В то же время, СИО Китая в последнее десятилетие продвинулась резко вперед, обдуманно и широко внедряя «русский метод» подготовки инженеров советского периода. Сравнивая уровни публикаций советского и российского периодов и списки самых влиятельных в мире ученых, агентство Thomson Reuters делает следующий вывод [10]: в мировой науке позиции России по периодичности выхода, объема и цитируемости публикаций слабеют, наблюдается спад в научной сфере.

В четвертых, в 60–70-е годы XX века отечественная СИО была мировым лидером по качеству технического образования. Во главу угла высшей школы советского периода были поставлены следующие стандарты: фундаментальность образования; развитие культуры мышления при решении традиционных и постановке новых инженерных задач; практическое освоение читаемых курсов с приорите-

том жесткой связи вузов с предприятиями и научно-исследовательскими организациями промышленности; стабильность и плановая преемственность в подготовке и закреплении кадров. В этом заключался знаменитый «русский метод» подготовки инженеров, рожденный в самом известном техническом вузе – МГТУ им. Н.Э. Баумана. В настоящее время перечисленные принципы не являются доминирующими не только в общеобразовательной (в подготовительном плане) сфере, но и в подавляющей массе учебных заведений высшей школы. Так, в постсоветский период идет непрерывный процесс реформирования высшей школы. Не успели вузы в последние годы перейти на стандарты третьего поколения и трехступенчатую систему образования, как появились стандарты 3+. Готовится переход на стандарты четвертого поколения. Вместе с тем при подготовке специалистов принципиально важно вовлечение студентов и аспирантов в проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований (ФППИ). Об этом много говорится на разных уровнях, но делается явно недостаточно. Общие проблемы инженерного образования и вузовской науки и пути повышения их эффективности изложены в статьях авторов [11, 12].

В *пятых*, срок подготовки специалистов в технических вузах – от 4-х до 6-ти лет. За это время появляются новые и даже принципиально новые технологии, например, в области информационных технологий по ряду направлений происходит их двукратное обновление. Поскольку общая мировая тенденция – это сокращение сроков перехода на новые изделия, приоритетной должна быть фундаментальная подготовка инженеров, нацеленных не на работу по принципу «отверточных» технологий и не на импортозамещение, а на создание прорывных технологий и изделий с качественно новыми характеристиками.

При этом следует ожидать, что рынок труда в мире и, как следствие, в России уже в недалеком будущем кардинально изменится: какие-то профессии исчезнут полностью, одновременно появится целый ряд совершенно новых видов деятельности, востребованных формирующимся технологическим укладом. В области высоких квалификаций требования растут очень быстро. Уже сейчас современному инженеру необходимо свободное знание нескольких языков,

умение работать в проектных командах, знать особенности работы родственных предприятий и новых конструкторско-технологических решений. От него требуется понимание характера смены глобальных инфраструктур: на наших глазах складывается не только новая информационно-коммуникационная платформа, но и другая энергетика, другой транспорт и т.д. Создается новое поколение материалов – с управляемыми свойствами. Не только в производство, но и в повседневную жизнь входят роботы. Все профильные новшества инженер должен использовать в своей деятельности.

Также необходимо учитывать, что решение вопроса дефицита кадров, прежде всего, зависит от уровня научно-технологической базы, идеологии разработки, масштабов и сроков производства изделий, а также от динамики приобретения нового оборудования и материалов. Как станки с ЧПУ на современных предприятиях заменили в механообрабатывающих цехах рабочих-станочников, так сегодня роботы начинают замещать операторов станков с ЧПУ. Поэтому после рабочих-станочников следующей массовой специальностью станет специальность оператора станка с ЧПУ, которая в дальнейшем заменится, например, оператором программного обеспечения робототехнических систем. И с данной задачей сможет справиться только специалист с инженерным образованием.

В этой связи подготовка инженеров-бакалавров, особенно в элитных технических вузах, имеет существенные негативные последствия по дискредитации инженерных кадров, как внутри страны, так и на международной арене. В соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» СИО окончательно перешла на Болонскую систему подготовки инженерных кадров, в которой фундаментальность образования при подготовке инженеров не является основополагающей. В Плане деятельности Минобрнауки России на 2013–2018 г.г. от 2 сентября 2013 г. применительно ко всем вузам предусматривается удельный вес численности обучающихся по ФГОС высшего образования прикладного бакалавриата: в 2013 г. – 0%, в 2018 г. – 30%. При этом не учитывается крайне низкий общий уровень подготовки выпускников школ и не рассматриваются детально особенности подготовки инженеров

для гражданской и военной промышленности и силовых структур. За 4 года не получается дать студенту приемлемый уровень теоретической и практической подготовки для работы на современных предприятиях, особенно в ОПК. Не случайно, что традиционная подготовка инженера – 6 лет.

В целом, учитывая крайне низкий уровень физико-математической и биолого-химической подготовки выпускников школ [13] (лишь до 1/4 выпускников сдают ЕГЭ по этим предметам, кроме обязательной математики, теперь разделенной на "базовый" и "профильный" уровни из-за того, что более половины школьников не обладают достаточными знаниями для сдачи "профильного" экзамена по математике), подготовка инженеров-бакалавров, по нашему мнению, является контрпродуктивной. Пройдя четырехлетний цикл обучения, молодой специалист на выходе не имеет ни серьезной теоретической базы, ни разносторонних практических знаний. В подтверждение этого отметим, что в некоторых европейских университетах отсутствует бакалавриат, а в других – нет магистратуры. В Минобороны России отказались от подготовки бакалавров, это нужно сделать и в ведущих технических вузах. Кроме того, на многих предприятиях (в т.ч. и в ОПК) не сформулированы четкие квалификационные требования к выпускникам, окончившим бакалавриат и магистратуру.

В шестых, в российском обществе в последнее десятилетие развернулась беспрецедентная дискуссия о резком снижении качества образования вообще и инженерного образования в частности. Это бесспорно учитывается в развитых странах мира. Вместе с тем, в международных рейтингах отмечается, что в последние годы Россия добилась заметного инновационного прогресса в области подготовки кадров [14]. Для справки: в глобальный инновационный индекс агентства деловой информации Bloomberg входят шесть категорий: научные исследования и развитие; промышленное производство; высокотехнологичные компании; высшее образование; научно-исследовательские работники и патенты. В начале 2015 г. среди 215 стран мира агентство Bloomberg поставило Россию на общее 14-е место (в 2014 г. – 18 место), при этом она опередила такие страны, как Китай, Италия, Нидерланды и другие. Лучший показатель у РФ в катего-

рии «Образование», где мы уступаем только Южной Корее; по патентам Россия на шестом месте. Источниками данных для составления рейтингов являются Всемирный банк, Всемирная организация интеллектуальной собственности, организация The Conference Board, Организация экономического сотрудничества и развития и UNESCO.

В России мировым рейтингам вузов уделяется повышенное внимание, полагая, что главная задача – войти в топ 100 лучших вузов. Так, в майских указах 2012 г. Президент РФ поручил Правительству страны к 2020 г. обеспечить вхождение не менее 5 вузов в первую сотню мирового рейтинга. Однако надо учитывать, что используемые за рубежом методы оценки (в т.ч. в соответствии с принятой методикой расчета рейтинга QS World University Rankings) не согласуются с отечественной моделью высшего образования и, прежде всего, с задачами подготовки инженерных кадров для промышленности РФ; особо это значимо в сфере обороны и безопасности. В частности, рейтинги составляются только на основе открытой информации и не учитывают специфику экономики государств. Так, например, не отслеживается появление новых направлений в развитии вооружений и вклад компаний в создание образцов вооружения и специальной техники; не оценивается влияние коммерческой тайны и т.п. В результате Минобрнауки России, видимо, базирываясь на таких подходах, при проведении мониторинга вузов вообще не учитывает публикации и РИД по закрытой тематике, что идет вразрез с требованиями по расширению участия вузов в обеспечении обороноспособности и безопасности страны.

По нашему мнению, значительно больший эффект дало бы не увлечение рейтингами, а постановка крупных, стратегически важных для страны инженерных проектов. Во второй половине XX века в стране было разработано немало прорывных технологий с участием вузов. Так, в рамках проекта «Буря» были созданы около 800 новых технологий, в которые вузовская наука внесла существенный вклад, однако более половины из них в 90-е годы были переданы за рубеж, к сожалению, бесплатно для государства. Сейчас крупные инженерные задачи ставятся лишь эпизодически. Таких проектов, как космодром «Восточный»

и модульный ракетоноситель типа «Ангара», очень мало.

Чтобы исправить ситуацию с подготовкой инженерных кадров предлагается разработать Концепцию развития инженерного образования (далее Концепция).

Предложения по содержанию и порядку разработки Концепции

Под Концепцией будем понимать нормативно установленную систему основополагающих идей и взглядов на развитие СНО и способов достижения целей ее совершенствования в интересах ускоренного развития гражданской и военной экономики и обеспечения национальной безопасности РФ. В Концепции должны быть систематизированы проблемы инженерного образования и определены рациональные пути их решения. При разработке Концепции важно найти ответы на ряд базовых вопросов, которые имеют свою специфику на разных уровнях управления.

На федеральном, региональном и отраслевом (ОПК) уровнях:

- где, когда, какие и в каком количестве специалисты будут востребованы;
- какие условия должен создать работодатель, чтобы молодые специалисты пришли на промышленные предприятия и в организации, прежде всего, в ОПК;
- как долго в условиях внутренней и международной конкуренции работодателей за обладание квалифицированными кадрами продлится их сотрудничество с учетом динамики потребностей специалистов и планов работодателя;
- необходима ли послевузовская переподготовка специалистов и насколько соответствует ее фактический уровень планам на будущее;
- как и на каких условиях планируется осуществлять ротацию кадров (в промышленности, ОПК, силовых ведомствах и др.).

На уровне работодателя (предприятий и НИО):

- какова заинтересованность работодателя в специалистах определенной квалификации и на какой срок сохранится потребность в них;
- устраивает ли уровень подготовки молодых специалистов;
- что конкретно делает и что готов делать работодатель для подготовки специалистов при взаимодействии с профильными вузами;

– что должен предпринимать работодатель для привлечения перспективных выпускников и долгосрочного закрепления кадров;

На уровне вуза:

- сколько и на какие перспективные сроки вуз готовит специалистов целевого приема и других категорий;
- является ли приемлемым уровень подготовки студентов по конкретной специальности, например, для специализированного предприятия или НИО;
- соответствует ли средний уровень подготовки студентов задачам программы обучения и требованиям ФГОС;
- каков уровень материально-технической и лабораторно-испытательской базы обучения студентов.

На уровне студента:

- какова мотивация поступления в вуз и целевая установка овладения специальностью основной части студентов;
- насколько готовы и способны студенты освоить программу обучения, отвечающую требованиям ФГОС по данной специальности;
- есть ли у основной части студентов финансовые, материально-бытовые и иные инфраструктурные условия для овладения специальностью;
- готов ли выпускник идти на ограничения в бытовых условиях при работе на предприятии.

Естественно, приведенный перечень не ограничивается перечисленными вопросами и предполагает проведение комплексных прогнозных исследований применительно к конкретным условиям регионов, отраслей промышленности и ОПК (их холдингов и предприятий), а также силовых ведомств (их организаций).

В Концепции должны быть также определены возможности учета:

- появления новых направлений, не обеспеченных кадрами вследствие ошибок при прогнозировании, а также потому, что госкорпорации, крупные и средние предприятия не регулярно корректируют потребности к специалистам на долгосрочную и среднесрочную перспективу;
- резкого усложнения условий производства, обслуживания и ремонта техники и технологического оборудования, в т.ч. связанного с внедрением робототехники, информационно-управляющих систем, «умных» материалов и др.;

– потребностей в совершенствовании информационных систем; систем автоматизированного проектирования, производства и управления; сертификации; управления качеством и др.;

– воссоздания преемственности поколений специалистов в научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственно-технологической деятельности в связи с уходом по старости квалифицированных кадров при фактическом отсутствии среднего высококвалифицированного звена;

– резкого снижения качества выпускаемых вузами специалистов, их неготовности выполнять функциональные обязанности на предприятиях и НИО вследствие низкой фундаментальной подготовки, а также разрыва цепочек общеобразовательной (довузовской), теоретической и практической подготовки инженеров, образовательной и научной деятельности, информационных и материальных технологий, экстенсивных и инновационных процессов и т.д.

В результате в Концепции должны быть представлены:

– динамика потребностей в инженерных кадрах и уровне их удовлетворения СНО по этапам прогнозируемого периода (с определением спектра направлений подготовки кадров для конкретных предприятий промышленности и ОПК, организаций Минобороны России и других ведомств);

– направления и меры по преодолению резкого снижения качества инженерного образования;

– меры по расширению взаимодействия и сотрудничества вузов с предприятиями и НИО;

– порядок обеспечения трудоустройства и закрепления инженерных кадров на среднесрочную перспективу и др.

Например, при определении мероприятий по расширению взаимодействия предприятий и вузов в области подготовки и переподготовки кадров, финансирования вузовской науки, закрепления молодых специалистов на предприятиях необходимо предусмотреть следующие обязательные меры:

1. Для различных категорий оборонных и гражданских предприятий и НИО законодательно установить ясный для всех заинтересованных сторон формат целевой подготовки специалистов, в частности, трехсторонних договоров «студент –

вуз – предприятие». Эта необходимость вызвана тем, что, прежде всего, оборонные предприятия из года в год повышают заявки на молодых специалистов, однако вузы не могут резко увеличить количество студентов целевого набора по ряду причин: первая причина – это низкая подготовленность абитуриентов, вторая – возможность поступать в несколько вузов одновременно. Эти две основные причины обуславливают отток абитуриентов, которые были бы готовы целенаправленно обучаться по направлениям предприятий в отобранных вузах. К тому же абитуриенты-юноши, чтобы избежать призыва в армию, нередко выбирают профессию гуманитария.

2. Сформировать специальную программу финансирования конструкторских, производственных и эксплуатационных практик студентов, а также написания курсовых и дипломных проектов на предприятиях отрасли, обязав предприятия безвозмездно принимать с этой целью студентов.

3. Законодательно закрепить возможность проведения занятий на площадках и оборудовании предприятий, ОКБ и отраслевых научных институтов на принципе безвозмездной аренды. В то же время предлагается разрешить использование оборудования вузов промышленными предприятиями. Такие центры коллективного пользования позволят техническим вузам и предприятиям промышленности более эффективно использовать учебные и производственные мощности этих лабораторий.

4. Установить налоговые льготы для предприятий и бизнес-структур, оплачивающих подготовку специалистов и оказывающих финансовую и материальную помощь вузам.

Структурное содержание Концепции представлено в приведенной ниже таблице.

При проведении работ по подготовке Концепции предлагается использовать алгоритм, предусматривающий ряд шагов (рис. 1).

Шаг 1. Проводится сравнительный анализ состояния и тенденций развития систем инженерного образования в России и ведущих зарубежных странах. Сопоставляются достоинства и недостатки СНО и полученные научно-технические и научно-технологические достижения. Отдельно должны быть выделены достижения в части РИД, цитируемости публикаций, закрепления и динамики кадров. Результаты анализа состояния и тенденций развития СНО оформляются в виде аналити-

Содержание Концепции инженерного образования

№№ пп	Наименование разделов и параграфов Концепции (курсивом даны пояснения к составу разделов и Приложений)
1	Общие положения
2	Современное состояние и проблемы системы инженерного образования РФ
2.1	Вызовы инновационного развития инженерии
2.2	Состояние и проблемы СИО
3	Концепция инженерного образования в системе стратегического планирования развития экономики страны и обеспечения ее национальной безопасности
3.1	Направления совершенствования инженерного образования в системе стратегического планирования в рамках социально-экономической (особо выделить индустриальной) политики государства.
3.2	Направления совершенствования инженерного образования в интересах обеспечения национальной безопасности (особо выделить военной и технологической безопасности)
3.3	Формирование вариантов реализации Концепции инженерного образования и их характеристика (с описанием инерционного, пессимистического, оптимистического и других вариантов)
4	Цель и задачи Концепции. Этапы реализации
4.1	Цель Концепции
4.2	Основные задачи Концепции
4.3	Этапы реализации Концепции
5	Ресурсное обеспечение Концепции и оценка ее реализуемости
5.1	Ресурсное обеспечение Концепции
5.2	Оценка рисков и реализуемости Концепции
6	Оценка эффективности Концепции и ожидаемых последствий ее реализации (с указанием условий и последствий принятия инерционного, пессимистического, оптимистического и рекомендуемого варианта реализации Концепции)
	Приложения
П1	Приоритетные направления модернизации СИО
П2	Критерии и показатели развития СИО (по годам и этапам планируемого периода)
П3	Перечень стратегически значимых проектов РФ (с указанием ожидаемых достижений СИО и затрат по этапам реализации Концепции)
П4	Перечень перспективных профессий и специальностей по этапам реализации Концепции (с указанием численного состава подготовленных инженерных кадров по этапам реализации Концепции)
П5	Перечень неперспективных («умирающих») профессий и специальностей по этапам реализации Концепции и прогнозируемом периоде (с указанием численного состава высвобождаемых инженерных кадров по этапам реализации Концепции)
П6	Потребности в специалистах дефицитных профессий (по этапам реализации Концепции) и их ожидаемые результаты по их удовлетворению
П7	План подготовки научных и научно-педагогических кадров СИО (для вузов, НИО РАН, предприятий отраслей промышленности и ОПК)
П8	План подготовки инженерных кадров для обороны и безопасности РФ
П9	План развития международного научно-технического сотрудничества и подготовки инженерных кадров для зарубежных государств
П10	Региональные планы подготовки инженерных кадров (по каждому из федеральных округов)
П11	Описание и оценка вариантов развития СИО

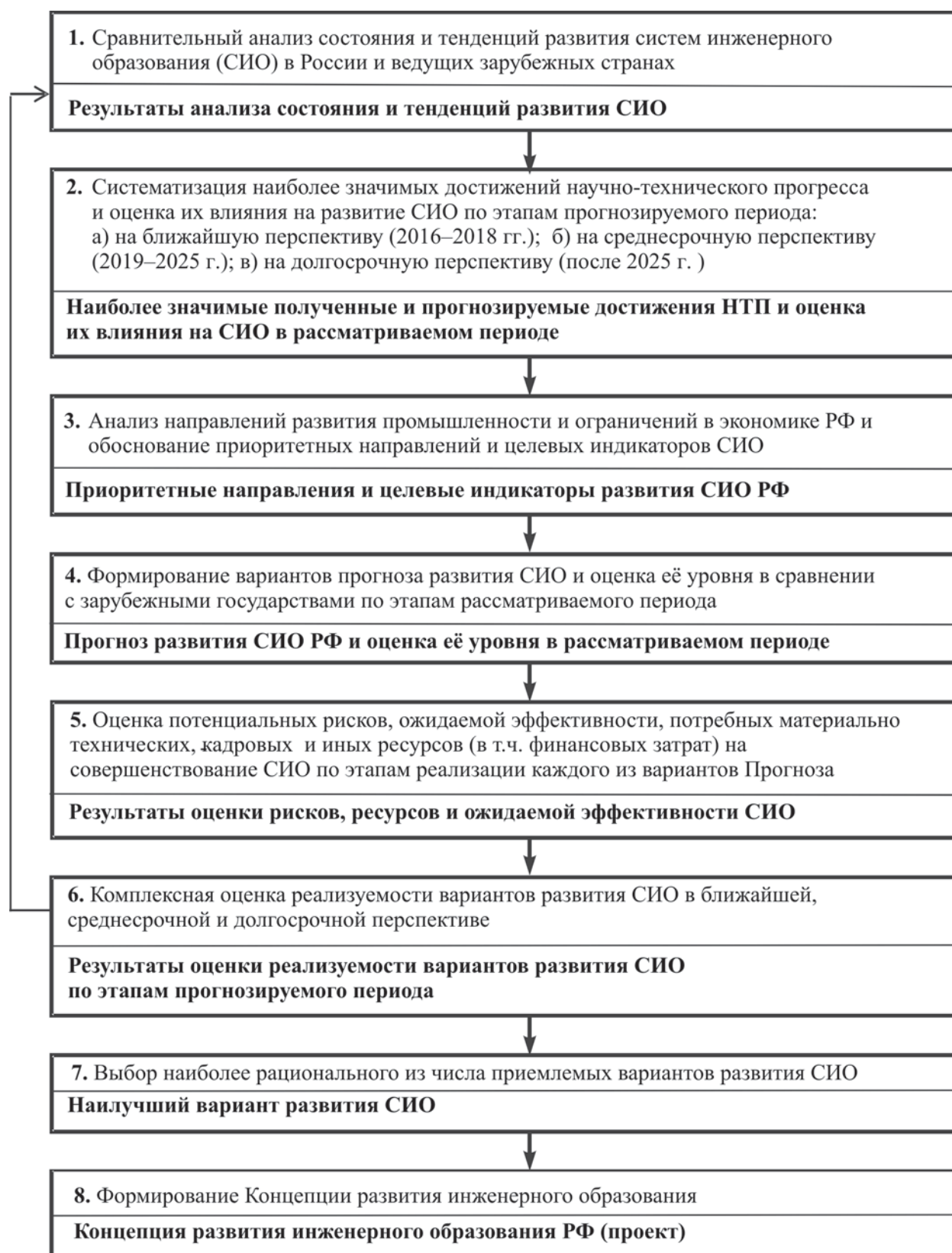


Рис. 1. Алгоритм действий при подготовке Концепции развития инженерного образования

ческого отчета, к которому прикладывается справка с обобщенными выводами, прогнозными оценками и рекомендациями.

Шаг 2. Проведение работ по систематизации наиболее значимых научно-технических достижений и оценки их влияния на развитие отечественной и зарубежных СНО по этапам прогнозируемого периода. Анализируются три этапа:

- ближайшая перспектива (2016–2018 гг.);
- среднесрочная перспектива (2019–2025 гг.);
- долгосрочная перспектива (2026–2040 гг.).

Полученные результаты в виде имеющихся и прогнозируемых достижений ФППИ и ожидаемых на их основе технических и технологических новшеств систематизируются в виде аналитической записки по этапам рассматриваемого периода. К записке прилагается справка с предложениями по использованию РИД в отечественной гражданской и военной экономике.

Шаг 3. С позиций повышения конкурентоспособности и обеспечения технологической безопасности РФ, а также с учетом разработанных предложений и рекомендаций анализируются возможности возникновения и масштабирования технологических прорывов и ограничения в развитии промышленности и экономике по этапам рассматриваемого периода. Особый упор делается на получение практических результатов в междисциплинарных исследованиях и разработках. По результатам работы по этапам оцениваемого периода обосновываются приоритетные научно-технологические направления и наиболее важные целевые индикаторы развития СНО.

Для оценки конкретных технологий по степени завершенности разработки и наличия соответствующей технологической и промышленной базы целесообразно использовать шкалы, позволяющие проведение сравнительного анализа технологий. В качестве примера можно привести шкалу *TRL (Technology Readiness Level (англ.)* – уровень готовности технологий), используемую в США. Эта шкала позволяет более точно оценивать риски при развитии отдельных направлений и технологий (и, соответственно, подготовки требуемых кадров) и насчитывает девять уровней:

– уровень 9 – тестирование изделия, запуск и освоение производства; реальное изделие (система), квалифицированное путем успешных испытаний в реальных условиях;

– уровень 8 – развитие изделия или системы/подсистемы; реальное изделие (система), квалифицированное путем тестов и демонстраций;

– уровень 7 – демонстрация технологии; демонстрация прототипа изделия (системы) в реальных условиях функционирования;

– уровень 6 – демонстрация технологии; демонстрация прототипа изделия (системы/подсистемы) в типичных условиях функционирования;

– уровень 5 – развитие технологии; оценка составляющих и/или моделей с учетом внешних факторов;

– уровень 4. – развитие технологии; оценка составляющих и/или моделей в лаборатории;

– уровень 3 – исследование и демонстрация выполнимости; экспериментальные или аналитические доказательства основных функций и/или характеристики концепции;

– уровень 2 – фундаментальные технологические исследования; технологическая концепция и сформулированное применение;

– уровень 1 – фундаментальные технологические исследования; базовые принципы, наблюдаемые или описанные.

По нашему мнению, проведение работ по развитию перспективных (критических) технологий по этапам прогнозируемого периода должно строиться на основе комплексного рассмотрения содержательной вертикали: *стратегические приоритеты экономики, обороны и безопасности страны → цели и основополагающие задачи министерств, ведомств и отраслей промышленности → бюджетные государственные и целевые программы → бюджетоемкие мероприятия → ресурсы, включая кадровое обеспечение → бюджет.*

При этом необходимо формировать и анализировать три группы исследований и разработок.

Первая группа – это наиболее прогрессивные исследования и разработки, базирующиеся на совершенствовании существующих технологий, они должны иметь реальный шанс быть завершенными в ближайшее время и принятыми к производству.

Вторая группа – предложения, которые представляют большой интерес и потенциально очень эффективны, но они смогут быть реализованы лишь в отдаленном будущем или ускоренно при сосредоточении значительных трудовых и материальных ресурсов и финансовых средств.

Третья группа – это проекты, которым, по всей видимости, не суждено быть принятыми к реализации в обозримом будущем либо по критерию «эффективность/стоимость/реализуемость», либо по причине отсутствия какой-либо научной основы и иррациональных подходов к изучению и обоснованию нестабильных эффектов. Последние представляют наибольшую опасность с точки зрения финансирования и рисков в подготовке кадров.

Шаг 4. С учетом результатов, предложений и рекомендаций, полученных на предыдущих шагах алгоритма, проводится формирование вариантов прогноза развития СИО и экспертная оценка ее уровня в сравнении с СИО зарубежных государств по этапам рассматриваемого периода. В качестве основных вариантов рассматриваются инерционный, пессимистический и оптимистический варианты развития СИО. Аналитической группой отрабатываются также предложения по наиболее рациональному варианту. Полученные результаты оформляются в виде прогноза развития СИО РФ по рассматриваемым этапам. В приложении к прогнозу по каждому из вариантов представляется перечень стратегически значимых проектов и ожидаемых достижений СИО и ориентировки (предварительные перечни) по перспективным и «умирающим» профессиям и специальностям на каждом из этапов. Определяются также потребности в дефицитных специалистах и делаются прогнозы по количеству высвобождаемых специалистов «умирающих» профессий и специальностей.

Шаг 5. Проводится оценка потенциальных рисков, ожидаемой эффективности, потребных материально-технических, кадровых и иных ресурсов (в т.ч. финансовых затрат) на СИО по этапам реализации каждого из вариантов прогноза. Для углубленной проработки выделяются научно-технические и производственно-технологические риски, а также кадровые риски, вызванные демографической ямой рождаемости детей в 90-х гг. XX века. Результаты оценки рисков, ресурсов и ожидаемой эффективности СИО по каждому из вариантов с учетом возможностей регионов оформляются в виде аналитической записки с приложением к ней справки с выводами и рекомендациями.

Шаг 6. Применительно к сценариям развития военно-политической и социально-

экономической обстановки в стране и мире проводится сравнительный анализ и оценка реализуемости вариантов развития СИО в ближайшей, среднесрочной и долгосрочной перспективе. При получении положительных выводов результаты оценки реализуемости вариантов развития СИО по этапам прогнозируемого периода оформляются в виде аналитического отчета и приложений к нему с обобщенными вероятностными характеристиками перспектив реализации вариантов, а также с предложениями и рекомендациями по каждому из рассмотренных вариантов. Сводные и обобщенные оценки и предложения представляются в отдельной справке.

При получении отрицательных оценок реализуемости осуществляется возврат к шагу 1.

Шаг 7. На основе анализа целесообразности реализации отобранных вариантов осуществляется выбор наиболее рационального варианта. В результате формируются предложения по наиболее рациональному варианту развития СИО. Результаты оценки вариантов и предложения представляются заказчику для принятия решения.

Шаг 8. Формируется проект Концепции развития инженерного образования в РФ до 2025 г. и на дальнейшую перспективу. Проект разрабатывается под руководством Минобрнауки, Минпромторга и Минобороны России при участии МВД, ФСБ и других заинтересованных министерств и ведомств, а также РАН, вузов, госкорпораций и ведущих предприятий.

После согласования с Военно-промышленной комиссией при Президенте РФ (ВПК РФ) проект представляется на утверждение в Правительство РФ.

Необходимо учитывать, что реальная (фактическая) оценка эффективности Концепции, а также заложенных в ней принципов может быть проведена лишь в среднесрочной и долгосрочной перспективе, что предполагает регулярное проведение контрольных мероприятий и внесение уточнений и корректировок.

Заключение

Без разработки Концепции система инженерного образования обречена на решение второстепенных задач гражданской и военной экономики и дальнейшее развитие без содержательной целевой установки, отвечающей потребностям обеспечения конкурентоспособности государства, его технологической, экономической независи-

мости и национальной безопасности. Определяющим стержнем Концепции должно стать активное и результативное участие СИО (ее вузовской науки) в решении крупных, стратегически значимых проектов. Для того чтобы СИО была нацелена на решение стратегических задач развития страны, предлагается:

- провести независимый экспертный анализ инженерных проектов в рамках принятых и разрабатываемых госпрограмм и федеральных целевых программ (ФЦП) с целью систематизации их значимости и приоритетности (обеспечивает или нет проект технологический прорыв) при решении задач социально-экономического развития страны (развития наукоемкой промышленности) и обеспечения военной и технологической безопасности;

- под отобранные (приоритетные) проекты сформировать группы научно-технической поддержки с участием специалистов ведущих научных школ и ученых для поиска наиболее рациональных путей их эффективной реализации в ближайшую и среднесрочную перспективу;

- при осуществлении контроля за выполнением проектов группами научно-технической поддержки использовать экспертов.

При работе над перспективными проектами надо опираться на государственные и федеральные программы и стратегии, а именно:

- Госпрограмму РФ «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» на период до 2020 года;

- Госпрограмму РФ «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы;

- ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»;

- ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2014–2020 годы»;

- Стратегию инновационного развития РФ на период до 2020 года и др.

При этом нужно учитывать, что по оценке ряда экспертов прогнозы развития науки и технологий (прежде всего, «Прогноз-2030») являются весьма неточными, а приоритеты в финансировании научно-технологических программ требуют уточнений и корректировок. Так, специалисты РАНХиГС считают, что планируемые средства на реализацию Госпрограммы РФ «Развитие науки и технологий» на

2013–2020 годы, могут быть потрачены не эффективно [15].

Также необходимо под эгидой ВПК РФ уделить особое внимание тем направлениям исследований и разработок, проводимых в вузах, которые не находят поддержки ни у министерств, связанных с производством наукоемкой продукции, ни у силовых ведомств, а это:

- комплексные исследования (межведомственные и междисциплинарные), лежащие на стыке сфер ответственности государственных, федеральных, ведомственных и отраслевых программ (в части НИОКР);

- исследования и разработки, сопряженные с высоким риском;

- опережающие исследования (разработка проблем, решения которых могут актуализироваться в будущем, а результаты уже сегодня привести к постановке новых инженерных задач).

В целом достижение целей Концепции возможно путем широкого вовлечения ППС, ИТР, аспирантов и студентов вузов к выполнению как вузовских НИР и ОКР, так и к участию в проектах, выполняемых НИО, предприятиями промышленности и ОПК. Можно ожидать, что реализация Концепции позволит масштабировать намечающиеся технологические прорывы, а СИО выйти на передовые позиции за счет высококачественной подготовки инженеров. Это позволит инженерному корпусу занять передовые позиции в мире и стать высококласным и эффективным.

Список литературы

1. Глазьев С.Ю. Выход из хаоса. ВПК № 5 (571). 2015 <http://vpk-news.ru/articles/23787>
2. Стенографический отчет о заседании Совета по науке и образованию при Президенте РФ. 24.06.2014 <http://sambros.ru/index.php/novosti/prezident-rossii-zasedanie-soveta-po-nauke-i-obrazovaniyu.html>
3. Минобрнауки России: число бюджетных мест в вузах Российской Федерации увеличится на 20 тысяч. <http://ria.ru/society/20141112/1032949144.html>
4. Сырцева Е. Выше вершины. Техническому образованию нужны новые цели. Газета «Поиск» № 41. 2014 <http://www.poisknews.ru/theme/edu/12050/>
5. Вовоикова Т. Неприемлемый прием. Бюджетные места в вузах заняли троечники ЕГЭ. Газета «Поиск» № 45–46. 2014 <http://www.poisknews.ru/theme/edu/12386/>

6. Стратегия национальной безопасности («The White House», США). 13.02.2015. http://inosmi.ru/op_ed/20150213/226255885.html
7. Карнов Е.С. Статистическое исследование патентной активности в России и странах мира. Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук. МЭСИ. 2014. mesir.ru/upload/iblock/c4c/_
8. Гришакина Е. Г. О качестве инженерного образования в России. Торгово-промышленные ведомости. 06.01.2015. <http://politobzor.net/show-41289-dzhordzh-soros-spasite-ukrainu-chtoby-protivostoyat-rossii.html>
9. Подорванюк Н. Реформа РАН – главное событие в нашей науке за последние 20 лет». Интервью с Министром образования и науки Д.В. Ливановым. 12.02.2015. http://www.gazeta.ru/science/2015/02/12_a_6408301.shtml?utm_source=gazeta&utm_content=gazeta&utm_medium=510&utm_campaign=self_promo
10. Список самых влиятельных в мире ученых за 2014 г. Thomson Reuters: <http://newsdesk.pcmag.ru/node/42774>
11. Селиванов В.В., Ильин Ю.Д. Вузовская наука как вектор решения оборонных научно-технологических и кадровых задач // Машиностроение и инженерное образование. 2014. № 3. С. 55–63.
12. Селиванов В.В., Ильин Ю.Д. Инновации в высшей школе: проблемы, процессы трансформации, механизмы ускорения развития // Инновации. 2013. № 5. С. 56–65
13. Светлов Ю. ЕГЭ отменяют военные? 10.10.2014 <http://netreforme.org/tag/ege/>
14. Россия в международных рейтингах. Global Innovation Index (Bloomberg) <http://news-russ.ru/doc/index.php/>
15. Куракова Н.Г. и др. Аналитический доклад «Национальная научно-технологическая политика «быстрого реагирования»: рекомендации для России». РАНХиГС при Президенте РФ. 2014 ranepa.ru/about-the-academy/consulting-services/

Материал поступил в редакцию 13.02.15

СЕЛИВАНОВ Виктор Валентинович

E-mail: vicse1@list.ru
Тел.: 8(499) 261-89-70

Доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой «Высокоточные летательные аппараты» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сфера научных интересов: физика взрыва и удара, механика разрушения деформируемого тела, экспериментальная газодинамика. Автор 8 монографий, 11 учебников, более 200 научных статей, одного открытия и 36 изобретений.

ИЛЬИН Юрий Дмитриевич

Тел. 8-903-221-84-74
E-mail: ydiylin@mail.ru

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ведущий аналитик НПЦ «Специальная техника» при МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сфера научных интересов: программно-целевое управление развитием ракетно-артиллерийского вооружения, военно-технический анализ и военно-экономические исследования. Автор двух монографий, более 100 научных статей, одного изобретения.