

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_9

## ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Похолков Юрий Петрович**<sup>1,2</sup>,

доктор технических наук, профессор, руководитель учебно-научного центра  
«Организация и технологии высшего профессионального образования»;

президент,

puuori@mail.ru

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

<sup>2</sup> ООО «Ассоциация инженерного образования России»,  
Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр., 6, стр. 21.

Для обсуждения предлагается вариант концепции развития инженерного образования России на основе анализа проблемных ситуаций, рекомендаций, предложений и выводов ряда экспертных семинаров и конференций, проведённых по инициативе АИОР в 2011–2021 гг. Приводятся возможные формулировки Миссии и Стратегической цели развития российского инженерного образования на среднесрочный период. Предложены принципы, следование которым, по мнению автора, может привести к успешной реализации Миссии и достижению стратегической цели. Рассматриваются методы, подходы и инструменты, использование которых обеспечит повышение качества инженерного образования.

**Ключевые слова:** Инженерное образование, концепция, принципы, проблемная ситуация, качество образования, стратегическая цель, инженерные вузы, инженерно-образовательное сообщество, стратегическое и тактическое партнёрство, диверсификация образования.

### Введение

Экономическое развитие современного мира невозможно представить без опоры на три взаимозависимых составляющих: ресурсы, труд и человеческий капитал, качество которого в большей степени определяется уровнем развития культуры и системы образования [1].

Научно-технологическое развитие, глобальная конкурентоспособность любой страны зависят от уровня развития инженерного дела, которое в значительной степени определяется состоянием инженерного образования [2–4].

Желание обеспечить устойчивое экономическое развитие и экономическую безопасность своей страны, её достойное место в международной системе разделения труда, приводит нас, прежде всего, к необходимости системного анализа состояния инженерного образования и выработки рекомендаций по его модернизации и совершенствованию.

В последние 20–25 лет дискуссии по проблемам инженерного образования ведутся и в отечественном, и в международном научно-образовательном сообществе практически непрерывно [5–8]. Лавинообразный характер

нарастания объёма научно-технической информации и, по существу, революционные изменения в области техники и технологии в мире усложнили процесс подготовки инженеров в условиях высших учебных заведений [9–11].

В статье предпринята попытка на основе анализа основных внешних и внутренних вызовов системе инженерного образования России сформировать концепцию его развития и модернизации, обозначить пути разрешения проблемных ситуаций и сделать их предметом дискуссий в российском инженерно-образовательном и инженерном сообществах.

В нашем представлении такая концепция включает в себя:

- анализ проблемной ситуации в российском инженерном образовании;
- формулировку возможной Миссии и Стратегической цели развития и модернизации инженерного образования России на предстоящий исторический отрезок времени;
- основные принципы реализации Миссии и Стратегической цели;
- возможные подходы, методы и инструменты модернизации инженерного образования России, позволяющие реализовать эти

принципы, обеспечить разрешение проблемных ситуации и обеспечить достижение стратегических целей.

Основой для излагаемых здесь положений и предложений являются результаты экспертных оценок и исследований, проведённых Ассоциацией инженерного образования России (АИОР) в последнее десятилетие (2011–2021 гг.) с использованием метода экспертного семинара, разработанного сотрудниками Национального исследовательского Томского политехнического университета [12, 13].

В этот период сотни членов АИОР – сотрудников инженерных вузов страны, включая ректоров, проректоров, заведующих кафедрами, преподавателей, научных сотрудников, а также представителей производства, инжиниринговых структур, науки – приняли участие в сотнях экспертных семинаров, десятках научно-методических и научно-практических российских и международных конференций, немногочисленных, но чрезвычайно важных, Парламентских (Государственной Думы РФ и Совета Федерации ФС РФ) и Общественных слушаниях по проблемам инженерного образования. По результатам проведённых мероприятий были сделаны важные и полезные выводы, заключения и рекомендации, опубликованы сотни статей, в том числе в журнале «Инженерное образование» [14–16].

В целом большая часть (более 80 %) представителей инженерно-образовательного сообщества, участвовавших в экспертных семинарах, отвечая на вопрос о том, «в каком состоянии находится сегодня инженерное образование в России», выбрали оценки «стагнация», «критическое состояние», «системный кризис» [15]. Именно этот результат является основной причиной активности инженерно-образовательного сообщества в поисках путей, методов и средств модернизации отечественного инженерного образования и обеспечения ему достойной роли в трансформации экономики России – из преимущественно сырьевой экономики в преимущественно экономику знаний и инноваций.

**Проблемная ситуация в российском инженерном образовании кратко может быть представлена следующими признаками:**

1. Инженерное образование в России перестало играть решающую и всестороннюю роль в развитии инженерного дела.

Это касается и поддержки российского промышленного производства на уровне,

обеспечивающем ему победу в конкуренции на мировых рынках и достойное место в международной системе разделения труда.

В последние десятилетия результаты инженерного труда – передовая техника, высокотехнологичные продукты, передовые технологии, используемые в России, а нередко и сами производства, являются зарубежными (самолёты, автомобили, компьютеры, телефоны, приборы, научное оборудование, медицинская техника, широкий спектр бытовых приборов) [17]. Программы и проекты, задачами которых являются импортозамещение и получение приоритетных результатов и позиций, пока ещё не получили должного системного развития и поддержки.

2. Мировые и отечественные тренды подготовки современных инженеров формируются в современном мире так же быстро, как меняются и исчезают. Лавинообразный характер изменения объёма информации о новых знаниях, технологиях, методах обучения, использовании потенциала выпускников инженерных программ создаёт благоприятные условия для суеты и бестолковщины в организации инженерного образования, сеет сомнения и неуверенность в умах профессорско-преподавательского состава вузов.

3. Качество инженерного образования не отвечает требованиям передовых современных производств, стремящихся к выпуску глобально конкурентной продукции.

В последние три десятилетия эта ситуация остаётся неизменной, если не ухудшается. Эта тенденция стала особенно заметной при переходе на многоуровневую систему подготовки инженерных кадров (бакалавр, специалист, магистр) и последующих поспешных изменениях Федеральных Государственных Образовательных Стандартов (ФГОС 3, ФГОС 3+, ФГОС 3++, ФГОС 3+++). Убедительным свидетельством существования противоречия между требованиями работодателей и качеством инженерного образования является организация корпоративных университетов при крупных успешно развивающихся вертикально интегрированных производственных и научно-производственных структурах.

Одной из причин возникновения проблемной ситуации в этой сфере является отсутствие в системе вышей инженерной школы непротиворечивых, объективных методов оценки результатов обучения. В вузе чаще всего акцент делается на оценке знаний, спо-

способности студента осваивать учебный материал, в то время как работодателя больше интересуют компетенции выпускника, уровень его подготовки к успешной профессиональной, практической инженерной деятельности.

**4.** Инженерное образование слабо связано с реальным сектором экономики. Исчезли: система плановой подготовки специалистов, государственного распределения выпускников, устойчивые базы производственных практик для студентов, возможности оплачиваемой производством бесплатной стажировки преподавателей на производстве и другие. Во многих случаях вузы не смогли адекватно отреагировать на эти вызовы. Возможно, более глубокой и фундаментальной причиной этого факта является неприспособленность российского инженерного образования к условиям рыночной экономики.

Слабая связь инженерных вузов и вузов, реализующих инженерные образовательные программы, с производством (бизнесом) приводит не только к снижению практико-ориентированности в подготовке будущих инженеров, но также и к снижению уровня производственной квалификации научно-педагогических работников вуза (НПР), невозможности использовать при подготовке будущих инженеров потенциал и материальную базу реального производства (особенно передовых, лидирующих производств) и в конечном итоге к снижению качества инженерного образования.

**5.** Невысока привлекательность (имидж, престижность) инженерного образования и инженерной профессии для молодых людей и, в частности, для выпускников средних школ. В лучшем случае не более 25 % выпускников школ выбирают предмет «Физика» при сдаче ЕГЭ, что как минимум отражает их намерение получить образование в сфере техники и технологии. При этом часть этих выпускников, поступая в вузы, возможно, предпочтут получение образования не по инженерным, а по естественно-научным специальностям.

**6.** «Утечка мозгов». Выпускники инженерных программ нередко уезжают на работу за рубеж в течение первых 5–10 лет после окончания вуза. Как правило, это наиболее способные, грамотные и квалифицированные специалисты. Остающиеся в России не лучшие выпускники инженерных программ не столь эффективно способствуют укреплению престижности инженерных профессий и под-

тверждению гипотезы о лучшем в мире инженерном образовании.

**7.** Повышение требований к владению выпускниками современными цифровыми и информационными технологиями (включая искусственный интеллект, Big Data и пр.) вместе с сокращением сроков подготовки выпускников к инженерной деятельности вступает в противоречие с требованием готовить специалистов, способных поддерживать и развивать современное глобально конкурентное производство. В то же время не следует ожидать хороших результатов и от усилий по развитию междисциплинарных инженерных направлений, если монодисциплинарные (отраслевые) будут находиться на невысоком уровне именно из-за смешения этих акцентов. Другими словами, если специалист не является лучшим в области электроники и в области медицины, то едва ли он станет лучшим в области медицинской электроники и едва ли ему в этом помогут его компетенции в области предпринимательства или цифровых технологий.

**8.** Пандемия. Переход на онлайн-формат при обучении будущих инженеров даже при внедрении VR-технологий, по мнению многих преподавателей, напоминает пример обучения будущих пловцов плаванию без использования реальной воды.

Проведение занятий без возможности видеть лица студентов (а это сегодня принятая практика, обусловленная перегрузкой трафика в интернете) существенно снижает коммуникативность и интерактивность учебного процесса, усиливает формализм, снижает эффективность и результативность обучения. И это только один аспект.

**9.** Система «подушевого» государственного финансирования вузов «деньги за студентом» и коммерциализация образования (платные образовательные услуги) приводят к необходимости бороться с отсевом студентов (ради сохранения госфинансирования и штата ППС-УВП), большому количеству задолжников, к снижению требований к студенту, выставлению незаслуженных положительных оценок студентам и в конечном итоге – к снижению качества образования, если не к его профанации. Усугубляет это положение усиливающаяся степень бюрократизации всех процессов и видов деятельности в вузе.

**10.** Экспорт российского инженерного образования продолжает оставаться в проблем-

ной зоне, в том числе из-за малой доли программ на иностранных языках, низкой доли ППС, свободно владеющего иностранным языком, а также и по причине малого количества инженерных образовательных программ, имеющих международную аккредитацию, международное признание.

Скорее всего, здесь приведён не полный перечень негативных для инженерного образования проявлений, однако именно они представляются наиболее тревожными, поэтому адекватное реагирование на них со стороны управляющих структур и инженерно-образовательного сообщества может привести к существенному повышению качества инженерного образования и усилению его позитивной роли в отечественном инженерном деле.

### **Традиции. Миссия. Стратегическая цель**

Российское инженерное образование действительно имеет богатую историю и замечательные традиции, уходящие корнями в петровские и постпетровские времена. Факты и результаты профессиональной инженерной деятельности в досоветский и советский периоды (горное дело, радио, космос, атомная энергетика, вооружение и др.) давали основание поднять на щит лозунг «Российское инженерное образование – лучшее в мире».

И действительно, в 60-е гг. XX в. транслировалось мнение экспертов США о том, что лидерство и успехи СССР в освоении космоса объясняются более эффективной, чем на Западе, системой образования, в том числе и инженерного.

С тех пор российские инженерное и инженерно-образовательное сообщества исповедуют мысль о превосходстве отечественного инженерного образования, а недостатки и факты, не подтверждающие эту мысль, трактуются как следствия иных причин, как бы не связанных с инженерным образованием. Ну, например, «это у нас экономика такая» или «тлетворное влияние Запада».

Анализ уже сформировавшейся в XX в. системы российского инженерного образования позволяет выделить четыре основные традиции, которым следовали передовые инженерные вузы страны, такие как МВТУ в Москве, Горный институт в Санкт-Петербурге, Технологический институт в Томске и другие:

- единство учебного и научного процессов;
- основательная практическая подготовка будущих инженеров;

- высокий уровень требований к студентам;
- новаторский характер основных видов деятельности в инженерном вузе (учебная, научная, инженерная).

Высшие учебные заведения, следующие этим традициям, лелеющие и развивающие их, имели, как правило, выдающиеся успехи в подготовке инженеров, обеспечивших успехи и прорывы в отечественном инженерном деле. Имена этих учёных, инженеров, организаторов производства и по сей день являются предметом гордости вузов, страны, а их портреты украшают стены в университетских корпусах и обеспечивают приток в вузы талантливой и амбициозной молодёжи.

Эти традиции настолько универсальны, что и сегодня они без сомнения могут служить мощным фундаментом для успешной деятельности современных вузов.

Обобщение и анализ выводов и рекомендаций, полученных экспертами АИОР за последнее десятилетие, осмысление их содержания, а также сущности традиций российского инженерного образования позволяют представить здесь для обсуждения приемлемые, как нам представляется, формулировки Миссии и среднесрочной, а возможно и долгосрочной, Стратегической цели современного отечественного инженерного образования.

**Миссия российского инженерного образования:** «На основе передовой научной мысли подготавливать специалистов для успешной профессиональной инженерной деятельности, способных обеспечить устойчивое опережающее технологическое развитие России и высокий уровень технологической культуры населения».

**Стратегическая цель:** «Создать адаптивную, глобально конкурентоспособную систему высшего инженерного образования и обеспечить её устойчивое функционирование».

Нам представляется, что приведённые здесь формулировки Миссии и Стратегической цели развития инженерного образования могут служить хорошей основой для формулирования Миссии и Стратегической цели любого инженерного вуза.

Реализация Миссии и достижение Стратегической цели могут осуществляться только при наличии согласованных, объективных и непротиворечивых критериев и процедур их оценки. Выбор таких критериев и процедур является задачей отдельного исследования.

### **Принципы организации инженерного образования, подходы, методы и инструменты их реализации**

Обязательным шагом при формировании концепции выполнения любого проекта является выбор, обоснование и декларация основополагающих, базовых принципов, опора на которые является не только определённой гарантией успеха, но и должна обеспечить привлекательность всего проекта для его участников и партнёров.

Не претендуя на полноту перечня принципов, список их может быть представлен, по крайней мере, приведёнными ниже, снабжён краткими комментариями и обозначением некоторых приёмов, методов и инструментов, позволяющих реализовать выбранные принципы:

- 1) опоры на традиции;
- 2) системности;
- 3) целеполагания;
- 4) стратегического и тактического партнёрства;
- 5) сбалансированности ресурсов;
- 6) отраслевой ориентации;
- 7) адаптивности;
- 8) диверсификации;
- 9) результативности.

#### **1. Принцип опоры на традиции**

Традиции являются доказанной многими годами опыта основой достижения успеха, они есть суть корпоративной культуры вуза и основа для установления ценностей, следование которым является естественным для каждого члена коллектива. Принцип заключается в создании системы, обеспечивающей укрепление и развитие традиций, а также развитие корпоративной культуры инженерного вуза и возможности участникам проекта беспрепятственно следовать им. Принцип реализуется за счёт систематического мониторинга состояния корпоративной культуры, использования наиболее эффективной составляющей потенциала системы образования и вуза для достижения поставленных целей. Реализация этого принципа осуществляется за счёт создания условий для укрепления, развития и эффективного использования каждой из указанных традиций.

В частности:

- **единство учебного и научного процессов**  
Создание условий, благоприятствующих участию преподавателей в научных исследо-

ваниях, а научных сотрудников – в учебном процессе. В структуре вуза – НИИ, отраслевые и проблемные лаборатории, поддержка научных школ в составе кафедр и лабораторий, развитие инфраструктуры научной деятельности и учебного процесса. Поддержка международного сотрудничества в научной, учебной и учебно-методической сфере. Стимулирование студентов и аспирантов к участию в научной работе и учебном процессе. Развитие и поддержка эффективных взаимовыгодных контактов с институтами РАН.

- **основательная практическая подготовка будущих инженеров**

Следование этой традиции позволило вузам России в начале XX в. готовить выпускников, обеспечивших освоение минерально-сырьевой базы Сибири и Дальнего Востока, осуществить промышленное и гражданское строительство, «поставить на ноги» химическую, угольную, металлургическую промышленность в Сибири, а позднее – атомную и электроэнергетику в Азиатской части страны.

Основой серьёзной практической подготовки выпускников были и остаются тесные связи вузов с предприятиями реального сектора экономики.

Система хорошо продуманных производственных, технологических, конструкторских, преддипломных студенческих практик, профильных мастерских, где будущие инженеры могут получить рабочие профессии и разряды, выполнение студентами большого числа реальных курсовых проектов под руководством представителей производства, создание в составе вуза конструкторских бюро, научно-производственных структур, инжиниринговых центров лидирующих производственных компаний – всё это представляет собой основу, создающую благоприятные условия для возрождения, укрепления и развития этой традиции, следование которой с большой вероятностью гарантирует успешную реализацию Миссии и достижение Стратегической цели инженерного образования.

- **высокий уровень требований к студентам**

Исторически уровень требований к студентам вузов отражался в доле отчисляемых за академическую неуспеваемость студентов. Несмотря на высокий уровень требований, предъявляемых к студентам при поступлении, в лучших вузах страны в прошлом веке абсолютный процент «отсева» студентов, колебался от 20 до 40. Относительный процент

«отсева» был ниже, так как часть отчисленных студентов позднее восстанавливалась и заканчивала обучение на год или два позже. За рубежом, например, в Германии, этот показатель отражался в увеличении среднего периода обучения с 5 до 7 лет. Естественно, таким «отсевом» выстраивался барьер, не позволяющий недобросовестным, неспособным и не трудолюбивым студентам (проще говоря, лентяям) попасть в число дипломированных инженеров. Люди с высшим техническим образованием, как правило, характеризовались высоким уровнем инженерных знаний и высокой профессиональной квалификацией. Развитие и укрепление этой традиции в современных условиях лежит в плоскости экономической и организационной. Снятие ограничения на «отсев», несомненно, приведёт к увеличению стоимости подготовки условного выпускника, однако это будет плата не только за качество образования, но и за качество продуктов инженерной деятельности, произведённой этим выпускником в будущем – реже будут останавливаться лифты в небоскрёбах, падать самолёты и случаться техногенные катастрофы в природе.

- **новаторский характер основных видов деятельности в инженерном вузе (учебная, научная, инженерная)**

Эта традиция в инженерном образовании России, скорее всего, обусловлена менталитетом россиян, живущих в сложных климатических, финансовых и материальных условиях, привыкших постоянно искать и находить нестандартные решения для выхода из сложных ситуаций, которые, к сожалению, нередко они сами же и создают. Последнее может свидетельствовать о недостаточном уровне развития технологической культуры людей, что подтверждает правильность акцента на этот фактор при формулировании миссии инженерного образования.

Результатом следования этой традиции в вузе являются новые научные знания, изобретения, защищённые патентами, эффективные педагогические приёмы и методы, образовательные технологии, системы управления, позволяющие вузу успешно и устойчиво развиваться. В конечном итоге именно эта традиция формирует такую составляющую корпоративной культуры вуза, как «адхократия», или «культура творчества». Развитие и поддержание этой традиции могут быть достаточно эффективными при создании условий,

в которых поощряется творчество, участие в различного рода конкурсах студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. При этом одновременно поддерживается развитие такой важной составляющей корпоративной культуры вуза, как «культура конкурентной среды».

## **2. Принцип системности**

Принцип заключается в обязательности использования системного подхода при реализации миссии, планировании и организации выполнения работ по достижению поставленной цели. Системный подход предполагает учёт вклада в планируемые результаты не только каждого из элементов системы, но и взаимодействия между ними, а также предполагает предварительный анализ обратных связей и ответственность за возможные негативные социальные и иные последствия. Принцип реализуется выбором оптимальных организационных и функциональных структур, формированием Комплексных программ развития (КПР) системы инженерного образования в целом (доктрин), вузов, предусматривающих вертикальные и горизонтальные связи с другими системами, партнёрами.

## **3. Принцип целеполагания**

Следование принципу демонстрируется обязательным формулированием наглядной, реально достижимой и измеряемой цели при решении глобальных и частных задач. Сюда включаются и Миссии, и Стратегические цели развития вуза, цели развития структурного подразделения, системы или цели любого проекта.

Принцип предполагает обязательность обоснованного предварительного выбора целевых индикаторов, количественных или качественных экспертных критериев для оценки степени достижения целей и описание методов измерения.

Одним из важнейших аргументов, подтверждающих правильность и обоснованность сформулированной цели, является предоставление доказательств того, что планируемый результат необходим и удовлетворит конкретному бенефициару (стейкхолдера).

## **4. Принцип стратегического и тактического партнёрства**

Принцип партнёрства вообще, а стратегического и тактического в частности является

одним из наиболее важных в ряду выбранных принципов, следование которым может, при прочих равных условиях, гарантировать успех в деле реализации Миссии и достижения Стратегической цели (инженерного образования или конкретного вуза).

Опыт последних десятилетий, проблемные ситуации в инженерном образовании и некоторые факты их проявления (например, корпоративные университеты), описанные в начале статьи, свидетельствуют о том, что усилия вузов, даже очень продвинутых и очень хорошо, по российским меркам, финансируемых, не приводят к желаемым и декларируемым результатам (видеть 5 российских вузов в перечне ТОП-100 мировых рейтингов). Анализ результатов позволяет увидеть, что одной из вероятных причин этого является отсутствие эффективного взаимодействия вуза с передовыми, лидирующими производственными, научными или инжиниринговыми структурами реального сектора экономики мира, страны или региона.

Реализация принципа стратегического партнёрства осуществляется заключением генерального соглашения о долгосрочном, стратегическом, взаимовыгодном партнёрстве между соответствующим Министерством, производственными, научными (РАН) объединениями, ведущими крупными вертикально-интегрированными компаниями, лидирующим производством и/или Министерством образования, его структурой, вузом. В генеральном соглашении обозначаются цели, рамки и содержание сотрудничества и, что очень важно, взаимопомощь в достижении стратегических целей каждой из сторон. Таким образом, предусматривается обозначение конкретных требований к качеству поставляемых вузом (системой инженерного образования) продуктов и услуг, а также определяются условия использования вузом потенциала реального сектора экономики (базы практик, трудоустройство, инжиниринговые центры, персонал, оборудование). Тактическое партнёрство реализуется путём создания консорциумов, в том числе междисциплинарных, задачей которых является выполнение конкретных проектов по решению задач, предусматриваемых стратегическими соглашениями. Членами консорциума могут быть партнёры из других вузов, НИИ или производств, не относящихся к сторонам, подписавшим генеральное соглашение.

### **5. Принцип сбалансированности ресурсов**

Включение в перечень этого принципа обусловлено необходимостью обеспечить реальность достижения поставленных целей. Оценка объёмов необходимых ресурсов, их доступность, сбалансированность различных их видов (материальные, человеческие, финансовые, интеллектуальные) – обязательное условие реализации Миссии и достижения Стратегической цели. Реализация принципа предполагает оценку эффективности использования ресурсов, их экономного и бережливого расходования и создание условий для этого.

### **6. Принцип отраслевой ориентации**

Включение этого принципа в предложенный перечень обусловлено необходимостью всё-таки преимущественно ориентировать подготовку будущих инженеров на получение новых инженерных решений, разработку новых образцов техники и технологии в конкретных направлениях производства, формировать у них обязательно, и в первую очередь, профессиональные компетенции, обеспечивая их приоритет в сравнении с надпрофессиональными. Реализация принципа предполагает выстраивание организационной структуры вуза (факультеты, кафедры, департаменты) в первую очередь по отраслевому принципу. При этом, безусловно, не исключается возможность создания междисциплинарных структурных подразделений, имеющих бенефициаров в реальном секторе экономики страны или региона, а также структурных подразделений, формирующих у выпускников надпрофессиональные и универсальные компетенции.

### **7. Принцип адаптивности**

Следование этому принципу предполагает необходимость обеспечить системе инженерного образования способность адекватно реагировать на внешние и внутренние вызовы, оставаясь глобально конкурентоспособным, сохранять и трансформировать при внешних возмущениях потенциал для реализации своей миссии и достижения стратегической цели. Реализация этого принципа в вузе может быть осуществлена созданием условий для непрерывного профессионального анализа потока информации из внешней и внутривузовской среды и выработки рекомендаций (советов) для руководства вуза по принятию

необходимых адекватных корректирующих мер по адаптации деятельности вуза к складывающимся условиям. Это может быть сделано с помощью специально разработанной информационно-советующей системы на базе искусственного интеллекта. Признаком следования вуза этому принципу является наличие в вузе профессионально работающего информационно-аналитического центра, а также отдела глубокого маркетинга, способного исследовать не только рынок продуктов деятельности вуза, но и рынки продуктов лидирующих бенефициаров вуза, что, безусловно, позволит обеспечить опережающий характер инженерного образования.

### **8. Принцип диверсификации**

Здесь речь идёт о диверсификации инженерного образования, хотя, говоря в целом об эффективности системы инженерного образования, принцип диверсификации следует применить ко всем видам деятельности вуза или, по крайней мере, к основным: учебной, научной, инновационной. Следование этому принципу обусловлено необходимостью обеспечивать требуемый уровень качества инженерного образования.

На смену принципу «**всех научим всему**» должен прийти принцип «**научим тому, что необходимо, тем, кто способен научиться**». Осуществить эти изменения можно следуя принципу диверсификации инженерного образования. Диверсификация инженерного образования – это некоторое его «дробление» с ориентацией на требования и пожелания конкретных заказчиков, бенефициаров, а также на потенциал вуза и возможности обучаемых, студентов. Более глубокая диверсификация может затронуть образовательные программы и технологии. Однако в любом случае целью диверсификации является повышение качества инженерного образования, необходимость более полного удовлетворения требований потребителя основного продукта инженерных вузов – выпускников инженерных программ. Диверсификация образования может быть осуществлена в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной.

**Горизонтальная диверсификация** предполагает использование отраслевого, межотраслевого и междисциплинарного деления инженерных образовательных программ, ориентированных на крупные кластеры – заказчики. Кластеры могут быть отраслевыми,

межотраслевыми и междисциплинарными. Внутри каждого кластера может быть более дробное деление образовательных программ. Это деление должна учитывать и организационная структура вуза: факультеты, институты, школы и пр. – для крупных кластеров, кафедры, отделения, лаборатории, центры и пр. – для отдельных представителей кластеров. В рамках такой классификации примеры направлений подготовки будущих инженеров могут выглядеть следующим образом:

**Отраслевые:** горное дело, геология, нефтегазовый комплекс, химические технологии, тепло и электроэнергетика, электротехника, ядерные и атомные технологии, машиностроение, автомобилестроение, самолётостроение, приборостроение, космос и др.

**Межотраслевые:** подготовка инженерных кадров для Российской академии наук и/или для её региональных отделений, подготовка команд технологического предпринимательства в интересах производства, бизнеса и самих студентов – «Обучение ради стартапа» и другие.

**Междисциплинарные:** материаловедение, ядерная и радиационная медицина, промышленная и медицинская электроника, биомедицинские технологии и др.

Горизонтальная диверсификация обязательно предполагает наличие конкретного заказчика и тщательное согласование требований к качеству образования и методам его контроля (содержание компетенций, КИМов и методов контроля качества).

**Вертикальная диверсификация** предполагает несколько моделей конструирования и реализации инженерных образовательных программ:

1) **По модульному принципу.** Каждая образовательная программа представляет собой набор модулей, сумма трудоёмкости освоения которых не должна быть меньше, чем необходимо для получения высшего образования: бакалавры – 240 кредитов, магистры – 120. При этом часть модулей должны быть обязательными и обеспечивать формирование необходимых компетенций выпускнику для его успешной профессиональной инженерной деятельности в выбранной отрасли. Другая часть модулей, формирующих у выпускника надпрофессиональные компетенции, включается в программу по требованию или желанию заказчика. Дополнительно, по желанию

студента, в программу могут быть включены модули для формирования смежных профессиональных или надпрофессиональных компетенций, в том числе с превышением объёма кредитов не более чем на 20 %.

- 2) **По уровневому принципу.** Для подготовки инженеров из числа наиболее способных студентов формируются программы с набором более сложных по содержанию модулей (программы, обеспечивающие подготовку специалистов, способных работать над инженерными проектами, обеспечивающими технологические прорывы в соответствующей области. Элитное образование).
- 3) **По принципу родственности ментальных моделей образования.** При формировании студенческих групп устанавливаются и учитываются ментальные модели образования преподавателей и студентов, их природные способности и уровень мотивации. Этот подход даёт возможность диверсифицировать образовательные программы и технологии и более эффективно осуществлять подготовку будущих инженеров для работы в определённых видах инженерной деятельности (конструкторская, технологическая, эксплуатационная, изобретательская, предпринимательская, управленческая и др.).
- 4) **По принципу практико-ориентированности.** Сюда включается известное сегодня **дуальное образование**. Возможные и другие формы. Например, **блочно-модульные учебные планы**, позволяющие одновременно с обучением по дневной форме приобрести значительный практический опыт и выполнить реальный проект в интересах заказчика, а также учебные планы, позволяющие в сокращённые сроки подготавливать специалистов **с требуемыми, необходимыми или желаемыми двумя высшими образованиями**.

### 9. Принцип результативности

Принцип реализуется через обязательное декларирование ожидаемых результатов и создание условий для их получения, анализа и публичного обсуждения. Реализация миссии и достижение стратегической цели развития вуза, структурного подразделения, системы или цели любого проекта должны предполагать обозначение критериев, ориентируясь на которые можно делать выводы о степени выполнения задуманного и результативности деятельности вуза.

### Заключение

Вызовы последнего десятилетия системе инженерного образования России породили серьёзные проблемы, без решения которых обеспечить устойчивое развитие инженерного образования в стране будет достаточно сложно.

Российское инженерно-образовательное сообщество, представленное в том числе и общероссийской общественной организацией «Ассоциация инженерного образования России», провело значительную работу по исследованию причин возникновения проблемных ситуаций и поискам путей их решения. Рекомендации многочисленных, организованных АИОР в последние годы, экспертных семинаров, конференций, общественных слушаний предоставили хорошую возможность сформулировать и предложить для обсуждения вариант концепции развития инженерного образования России на предстоящий временной период.

Ключевой идеей этого варианта концепции является идея повышения качества инженерного образования России так необходимого для того, чтобы обеспечить её технологическое развитие и повысить технологическую культуру населяющих её народов.

Автор ожидает, что опубликование статьи послужит началом дискуссии в инженерно-образовательном сообществе России на затронутую тему.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базжина В.А., Лобатюк В.В., Литвинов А.Н. Кадровый резерв как вид инвестиций в человеческий капитал вуза // Проблемы современной экономики. – 2013. – № 4 (48). – С. 373–377.
2. Управление конкурентоспособностью современного российского университета: состояние, вызовы и ответы / А.С. Латышев, Ю.П. Похолков, М.Ю. Червач, А.Н. Шадская // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т. 21. – № 5. – С. 6–16.
3. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. URL: [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения: 10.12.2020).
4. Schwab K. Insight report: the global competitiveness report 2016–2017 // World Economic Forum. – Geneva: SRO Kundig, 2016. – 400 p.

5. Агранович Б.Л., Чудинов В.Н. Системное проектирование содержания подготовки инженеров в области высоких технологий // Инженерное образование. – 2003. – № 1. – С. 32–39.
6. Огородова Л.М., Кресс В.М., Похолков Ю.П. Инженерное образование и инженерное дело в России: проблемы и решения // Инженерное образование. – 2012. – № 11. – С. 18–23.
7. Назарова И.Б. Вызовы для российских университетов и преподавателей // Высшее образование в России. – 2015. – № 8–9. – С. 61–68.
8. Коробицов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Инженерное образование. – 2020. – № 27. – С. 27–36.
9. The World Bank Report. Constructing knowledge societies: new challenges for tertiary education. – Washington, DC: The World Bank, 2001. – 204 p.
10. Horvat M. Continuing engineering education as a driving force in university development // European Continuing Engineering Education, Conceptualizing the Lessons Learned / Ed. by P. Lappalainen. – Brussels: SEFI and TKK Diploi, 2009. – P. 15–29.
11. Approaches to assessing the level of engineering students' sustainable development mindset / Y. Pokholkov, M. Horvat, J.C. Quadrado, M. Chervach, K. Zaitseva // 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). – Porto, 2020. – P. 1102–1109. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125292.
12. Материалы экспертных семинаров и тренингов АИОР. URL: <http://www.aeer.ru/events/ru/trainings.htm> (дата обращения: 10.12.2020).
13. Толкачева К.К. Экспертный семинар как форма реализации целей проблемно-ориентированного обучения специалистов в области техники и технологии: автореф. дис. ... канд. наук. – Казань, 2015. – 24 с.
14. Похолков Ю.П. Национальная доктрина опережающего инженерного образования России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы // Инженерное образование. – 2012. – № 10. – С. 50–65.
15. Похолков Ю.П. Качество подготовки инженерных кадров глазами академического сообщества // Инженерное образование. – 2014. – № 15. – С. 18–25.
16. Пушных В.А. Холистический подход к оценке качества инженерного образования // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 105–113.
17. Сагиева Г.С. Экспорт и импорт технологий // Наука, технологии, инновации. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/news/399520404.html> (дата обращения: 10.12.2020).

Дата поступления 20.10.2021 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_9

## ENGINEERING EDUCATION IN RUSSIA: PROBLEMS AND SOLUTIONS. THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF ENGINEERING EDUCATION IN MODERN CONDITIONS

**Yury P. Pokholkov**<sup>1,2</sup>,

Dr. Sc., professor, head of the Research Center for Management and Technologies in Higher Education; president,  
pyuori@mail.ru

<sup>1</sup> National Research Tomsk Polytechnic University,  
30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russia

<sup>2</sup> LLC «Association for Engineering Education of Russia»,  
6, bld. 21, Leninsky avenue, Moscow, 119991, Russia.

The author proposes for discussion a version of the concept for development of engineering education in Russia. There paper introduces the analysis based of problem situations, recommendations, proposals and conclusions of a number of expert seminars and conferences held on the AEER's initiative in 2011–2021. The possible formulations of the Mission and the Strategic Goal for the Development of Russian Engineering Education for the medium term are given. The author proposes the principles, following which, in the author's opinion, can lead to the successful implementation of the Mission and the achievement of a strategic goal. The article also discusses methods, approaches and tools which use will improve the quality of engineering education.

**Key words:** Engineering education, concept, principles, problematic situation, quality of education, strategic goal, engineering universities, engineering and educational community, strategic and tactical partnership, diversification of education.

### REFERENCES

1. Bazzhina V.A., Lobatyuk V.V., Litvinov A.N. Kadrovyy rezerv kak vid investitsiy v chelovecheskiy kapital vuza [Personnel reserve as a type of investment in the human capital of a university]. *Problemy sovremennoy ekonomiki*, 2013, no. 4 (48), pp. 373–377.
2. Latyshev A.S., Pokholkov Yu.P., Chervach M.Yu., Shadskaya A.N. Upravlenie konkurentosposobnostyu sovremennoy rossiysskogo universiteta: sostoyanie, vyzovy i otvety [Management of the competitiveness of a modern Russian university: state, challenges and responses]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2017, vol. 21, no. 5, pp. 6–16.
3. *Prognoz dolgosrochnogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* [Forecast of the long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2030]. Available at: [http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (accessed: 10 December 2020).
4. Schwab K. Insight report: the global competitiveness report 2016–2017. *World Economic Forum*. Geneva, SRO Kundig, 2016. 400 p.
5. Agranovich B.L., Chudinov V.N. System design of the content of the training of engineers in the field of high technologies. *Engineering education*, 2003, no. 1, pp. 32–39. In Rus.
6. Ogorodova L.M., Kress V.M., Pokholkov Yu.P. Engineering education and engineering in Russia: problems and solutions. *Engineering education*, 2012, no. 11, pp. 18–23. In Rus.
7. Nazarova I.B. Challenges for Russian universities and teachers. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2015, no. 8–9, pp. 61–68. In Rus.
8. Korobtsov A.S. The quality of engineering education: slogans and reality. *Engineering education*, 2020, no. 27, pp. 27–36. In Rus.
9. *The World Bank Report. Constructing Knowledge Societies: New Challenges for Tertiary Education*. Washington, DC, The World Bank, 2001. 204 p.
10. Horvat M. Continuing engineering education as a driving force in university development. *European Continuing Engineering Education, Conceptualizing the Lessons Learned*. Ed. by P. Lappalainen. Brussels, SEFI and TKK Diploi, 2009. pp. 15–29.
11. Pokholkov Y., Horvat M., Quadrado J.C., Chervach M., Zaitseva K. Approaches to assessing the level of Engineering Students' Sustainable Development Mindset. *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Porto, 2020. pp. 1102–1109, DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125292.
12. *Materialy ekspertnykh seminarov i treningov AIOR* [Materials of expert seminars and trainings of AEER]. Available at: <http://www.aeer.ru/events/ru/trainings.htm> (accessed: 10 December 2020).

13. Tolkacheva K.K. *Ekspertny seminar kak forma realizatsii tseley problemno-orientirovannogo obucheniya spetsialistov v oblasti tekhniki i tekhnologii*. Avtoreferat Diss. Kand. nauk [Expert seminar as a form of realization of the goals of problem-oriented training of specialists in the field of engineering and technology. Cand. Diss. Abstract]. Kazan, 2015. 24 p.
14. Pokholkov Yu.P. National doctrine of advanced engineering education in Russia in the conditions of new industrialization: approaches to formation, purpose, principles. *Engineering education*, 2012, no. 10, pp. 50–65. In Rus.
15. Pokholkov Yu.P. The quality of engineering training through the eyes of the academic community. *Engineering education*, 2014, no. 15, pp. 18–25. In Rus.
16. Pushnykh V.A. Holistic approach to assessing the quality of engineering education. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 105–113. In Rus.
17. Sagieva G.S. Eksport i import tekhnologiy [Export and import of technologies]. *Nauka, tekhnologii, innovatsii. Institut statisticheskikh issledovaniy i ekonomiki znaniy NIU VShE* [Science, technologies, innovations. Institute for Statistical Research and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics]. Available at: <https://issek.hse.ru/news/399520404.html> (accessed: 10 December 2020).

Received: 20 October 2021.