



**КСИ**  
Координационный совет  
по области образования «Инженерное дело,  
технологии и технические науки»

Серия:  
**ИНЖЕНЕРНОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ**

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ:

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ В РОССИИ

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В РОССИИ



**ПОЛИТЕХ**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого



Санкт-Петербург  
2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
1. Анализ отечественного опыта развития инженерного образования.....	7
1.1. Инженерное образование – основа развития Российской империи.....	7
1.2. Русский метод подготовки инженеров.....	11
1.3. Политехнические институты Российской империи.....	17
1.4. Инженерное образование в первые два десятилетия СССР...	21
1.5. Опыт подготовки элитных инженеров в СССР. Система Физмеха – Физтеха.....	25
1.6. Единство триады «образование – наука – промышленность» – основа успеха русской и советской инженерной школы.....	33
2. Использование отечественного опыта в развитии зарубежного инженерного образования.....	41
2.1. Традиции отечественного образования как основа STEM....	41
2.2. Анализ опыта США в развитии STEM-образования.....	49
2.3. Анализ опыта Великобритании в развитии STEM-образования.....	56
2.4. CDIO как результат развития «русского метода подготовки инженеров».....	62
3. «Кандидат инженерии» – ученая степень, востребованная временем?	69
3.1. Кадры высшей квалификации для цифровой экономики.....	69
3.2. Зарубежный опыт подготовки профессиональных докторов.....	72
3.3. «Кандидат инженерии» – новая ученая степень в России?.....	87
4. Развитие инженерного образования – важный элемент государственной политики Российской Федерации.....	89
4.1. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».....	89
4.2. Стенографический отчет о заседании Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, состоявшемся 23 июня 2014 года.....	116
4.3. Выдержки из Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 04 декабря 2014 года.....	172
4.4. Выдержки из Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 03 декабря 2015 года.....	175

4.5. Выдержки из Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 01 декабря 2016 года.....	176
4.6. Выдержки из стенограммы выступления Президента Российской Федерации В.В. Путина на Петербургском международном экономическом форуме (17-19 июня 2015 года).....	179
5. Проект стратегии развития инженерного образования в Российской Федерации на период до 2020 года.....	182
5.1. Общие положения.....	182
5.2. Роль инженерного образования в развитии России.....	182
5.3. Государственная политика Российской Федерации по развитию инженерного образования.....	190
5.4. Основные меры по реализации государственной политики в области развития инженерного образования в рамках программ госкорпораций, некоммерческих организаций и Минобрнауки России.....	199
5.5. Анализ международного опыта развития инженерного образования.....	205
5.6. Проблемы в развитии инженерного образования Российской Федерации, сформулированные при обсуждении в инженерном сообществе.....	210
5.7. Предлагаемые основные направления дальнейшего развития инженерного образования в Российской Федерации на период до 2020 года.....	212
5.8. Результаты реализации настоящей Стратегии.....	215
5.9. Механизмы реализации настоящей Стратегии.....	217
Библиографический список.....	218

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном мире роль инженерного образования в развитии России, в обеспечении ее технологической и экономической безопасности переоценить невозможно. Минобрнауки России создало Координационный совет по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» (далее – Координационный совет) как аналитический и координирующий орган. В его состав включены руководители и представители ведущих университетов, промышленных предприятий, аналитических центров и органов государственной власти России. Координационный совет, опираясь на систему федеральных учебно-методических объединений, является уникальным инструментом концентрации интеллектуального потенциала инженерного образования страны. Одна из основных задач деятельности Координационного совета – аналитическое обоснование направлений развития системы инженерного образования России.

В рамках решения этой задачи Координационный совет при поддержке Минобрнауки России в начале 2017 года начал разработку проекта стратегии развития инженерного образования на период до 2020 года. Принципиальной основой деятельности Координационного совета является учет мнения всех заинтересованных сторон. В целях широкого общественного и профессионального обсуждения проблем и перспектив развития инженерного образования ранее опубликована книга «Инженерное образование: мировой опыт подготовки интеллектуальной элиты» [1], в которой представлен читателю аналитический материал, положенный в основу «Проекта стратегии развития инженерного образования на период до 2020 года» [2] (далее – Проект стратегии) и настоящей книги.

В Проекте стратегии (см. раздел 5) определяются существующие проблемы инженерного образования, а также анализируются документы стратегического планирования федерального уровня с целью определения направлений развития инженерного образования.

Многие проблемы уже решаются Минобрнауки России, университетами, госкорпорациями, некоммерческими фондами и другими участниками инженерного образования. Проект стратегии это

учитывает. Поэтому в нем предлагаются дополнительные меры к уже реализуемым программам и мероприятиям инженерного образования.

Проект стратегии, основываясь на традициях русского и советского инженерного образования, учитывает лучший мировой опыт. Причем, в нем отмечается, что многое из мирового опыта, что предлагается сейчас творчески использовать, имеет в своей основе заимствования из русской и советской инженерной школы.

Проект стратегии прошел профессионально-общественное обсуждение и в целом получил поддержку. В его обсуждении приняли участие все 23 инженерных федеральных учебно-методических объединения в системе высшего образования (в которых представлены сотни университетов и организаций работодателей), госкорпорации Роскосмос и Ростех, Объединенная судостроительная корпорация, Объединенная ракетно-космическая корпорация, Минпромторг России, Аппарат Совета Безопасности России, Минобороны России, ФСБ России, МВД России, ФСО России, МЧС России, Ворлдскиллс Россия, оргкомитет «Олимпиады НТИ», федеральные университеты, национальные исследовательские университеты (НИУ) и опорные университеты, другие независимые эксперты. Обсуждаемые материалы опубликованы [2-7]. Документ передан в Минобрнауки России в качестве рекомендательного.

Проект стратегии рассмотрен в январе 2018 года на совещании под руководством Секретаря Совета Безопасности Российской Федерации Н.П. Патрушева [9, 10]. Совещание поддержало представленный проект и рекомендовало разработать стратегию развития инженерного образования на долгосрочный период. Координационный совет готов и, более, того, должен участвовать в разработке долгосрочной стратегии развития образования, так как в силу своей структуры он позволяет гармонизировать позиции всей триединой системы: образование – наука – промышленность.

Эта книга, подводя итог совместной деятельности инженерного сообщества по определению первостепенных мер развития инженерного образования России, приглашает всех заинтересованных лиц к дальнейшей совместной работе. Ваши предложения ждем по адресу: [umo@spbstu.ru](mailto:umo@spbstu.ru)

Уважаемые коллеги, надеемся, что наше активное сотрудничество послужит делу повышения качества подготовки инженерных кадров.

# 1. АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

## 1.1. Инженерное образование – основа развития Российской империи

Начало инженерному образованию в России было положено 27 января 1701 года. В Указе Петра Великого об организации в Москве Школы математических и навигационных наук было сказано буквально, что «школа оная потребна не только к единому мореходству и инженерству, но и артиллерии и гражданству к пользе». Школа математических и навигационных наук стала идейным предшественником Николаевской морской академии (сейчас – Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова) и Морского инженерного училища императора Николая I (ныне – Военно-морской инженерный институт) [11]. При Петре Великом Феофан Прокопович вводит в русский язык слово инженер, которое восходит к латинскому *ingenium* – «остроумное изобретение» и по своей исходной сути означает творца новых жизненных благ и новых умений, новых орудий труда и нового оружия для войны и охоты, новых приспособлений и сооружений, средств транспорта и способов развлечения [12].

В течение восемнадцатого столетия начинает развиваться горная промышленность, и Россия становится одной из ведущих стран по производству чугуна и стали. Для подготовки горных инженеров в 1773 году, во время царствования Екатерины Великой, была организована Горная школа. Во всех технических школах восемнадцатого века уровень научной подготовки был не очень высок, и необходимая техническая литература переводилась с иностранных языков [13].

Значительный прогресс в российском инженерном образовании был достигнут в начале девятнадцатого столетия, главным образом под влиянием опыта Франции. В 1795 году Конвент Французской республики основал «L'Ecole Polytechnique» – знаменитую Политехническую школу, ставшую первой в ряду высших учебных

заведений нового типа. Франция переживала тогда трагически трудное время. Только-только произошел термидорианский переворот, покончивший с ужасами якобинской диктатуры и вернувший Францию на исходный путь буржуазного развития. Страна была со всех сторон окружена врагом и казалась беззащитной. Она нуждалась во внутреннем порядке, в воодушевленной национальной идеей армии и военных инженерах. Именно для подготовки последних была создана Политехническая школа.

В первые десять лет своего существования, во время первой республики, Директории, Консульства, в период Египетского похода Наполеона, школа, ее выпускники, профессора и ученые блестяще продемонстрировали, какой вклад они могут внести в обеспечение национальной безопасности Франции. В 1804 году Наполеон присвоил школе статус военного учебного заведения, даровал ей знамя и полный высокого смысла девиз: «Pour la patrie, les sciences et gloire» – «Во имя Родины, наук и славы» [14].

При организации этой школы были внедрены некоторые новые идеи. Стало ясно, что удовлетворительное инженерное образование требует предварительной подготовки в таких фундаментальных предметах, как математика, механика, химия, вследствие чего в учебных программах на эти дисциплины отводилось много времени. Чтобы отобрать лучших молодых людей в качестве студентов, были введены конкурсные экзамены. Большое внимание уделялось отбору профессоров, и в школе преподавали такие ученые, как Лагранж, Лаплас и Монж.

Утверждалось, что целью школы является не только обеспечение преподавания различных предметов по программе, но и дальнейшее развитие инженерных наук с привлечением наиболее способных студентов в той или иной степени к этому развитию. Все эти начинания оказались очень ценными, и с самого начала Политехническая школа имела большой успех. Французские инженеры пользовались большим спросом, и другие страны начали организовывать инженерные школы по типу французских [13].

В истории становления русского инженерного образования одной из самых замечательных дат является 20 ноября 1809 года, когда император Александр I подписал манифест, учреждающий Корпус и Институт инженеров путей сообщения [11]. Именно с этого института началась настоящая история русской инженерной школы и русской инженерной науки. В создании института большую роль сыграл получивший техническое образование во Франции испанский иммигрант Августин Бетанкур и нескольких выдающихся французских инженеров, присланных Александру I самим Наполеоном (после подписания Тильзитского мира) – А. Фабр, П. Базен, М. Дестрем и К. Потье. Позже к ним присоединились знаменитые Б. Клапейрон и Г. Ламэ. Именно эти французские инженеры «первого ряда» воспитали первое поколение русских инженеров. Но в становлении института большую роль сыграли и выдающиеся российские математики М.В. Остроградский и В.Я. Буняковский, также учившиеся во Франции. Преподавание математики и механики велось на очень высоком уровне, особенно благодаря деятельности математика М.В. Остроградского (1801–1863). В это время студенты на инженерных специальностях получали более широкую математическую подготовку, чем на математическом отделении в Университете Санкт-Петербурга. Они получали также широкую инженерную подготовку и могли браться как за решение новых инженерных задач, так и за выполнение текущей рутинной работы [12].

Создание Института и Корпуса инженеров находилось в непосредственной связи с ключевой системной задачей российского правительства: созданием грандиозной транспортной инфраструктуры, которая до настоящего времени составляет основу развития России как одного из величайших государств мира. Трудом русских инженеров в XIX веке была создана уникальная по своим масштабам, качеству и комплексности система путей сообщения империи, включавшая несколько водных систем (Мариинскую, Тихвинскую, Вышневолоцкую, систему герцога Вюртенбургского),

системы железных и, в значительной степени, шоссейных дорог. Именно эта колоссальная система путей сообщения была необходимым условием бурного экономического роста нашей страны, непрерывно усиливавшей свои позиции в мире с начала XIX века до примерно 60-х годов XX века, несмотря на кровавые войны и революции. Министерство путей сообщения вплоть до самой революции 1917 года являлось наиболее щедро финансируемым ведомством империи. На втором месте после министерства путей сообщения (а во время войн – на первом) находилось военное министерство. Соответственно подготовке высших кадров для военной и морской промышленности и созданию школы военных инженеров также уделялось не меньшее внимание. Институт инженеров путей сообщения императора Александра I, так же, как и Александровский лицей, находился под непосредственным патронажем царя. Пример Александра I вдохновил и его августейших братьев – Николая Павловича (будущего императора) и Михаила Павловича. С 1819 года они руководили созданием двух других выдающихся учебных заведений – Николаевского инженерного и Михайловского артиллерийского училищ. Из офицерских классов этих училищ позже выделились Михайловская артиллерийская академия, главная кузница кадров для российской военной промышленности, и Николаевская инженерная академия, alma mater многих выдающихся военных инженеров. Эти три учебных заведения так же, как созданные чуть позже Институт гражданских инженеров императора Николая I и Технологический институт императора Николая I, а также офицерские классы Морского кадетского корпуса, в России первой половины XIX века составляли основу системы подготовки технических кадров с высшим образованием. Институт инженеров путей сообщения (1809 год), Инженерная (1819 год) и Артиллерийская (1820 год) академии, Технологический институт (1828 год) были в числе первых институтов высшего технического образования в Европе. Русские вузы возникли чуть позже аналогичных институтов во Франции, примерно одновременно с

институтами в Праге (1806 год) и Вене (1815 год) и раньше, чем большинство знаменитых высших технических школ Германии, Швейцарии и Великобритании. Положение русских инженерных институтов в первой половине XIX века, пользовавшихся непосредственным покровительством императоров, членов царствующего дома и высших должностных лиц империи было уникальным для Европы. Пожалуй, только во Франции инженерное образование пользовалось таким же престижем. Это объясняет, почему вплоть до 60-х годов XIX века ни по числу, ни по качеству подготовки инженеров Российская империя не уступала ни одной стране мира [12].

## **1.2. Русский метод подготовки инженеров**

В 60-е годы XIX века Россия в плане подготовки инженеров пропустила вперед не только Францию, но и Германию. Однако эпоха великих реформ Александра II вовсе не была «потерянной» для развития инженерного образования: достаточно сказать, что в это время были созданы Рижский политехнический институт и Императорское Московское техническое училище (ныне – МГТУ им. Н.Э. Баумана) [12].

Датой основания Императорского Московского технического училища считается день высочайшего утверждения императором Николаем I Положения о Московском ремесленном учебном заведении (МРУЗ). Однако в начале существования учебного заведения было невозможно предположить, во что оно разовьется со временем. Так, в издании, посвященном торжественному собранию в Императорском Московском техническом училище 5 сентября 1869 года, можно прочесть: «Заведение, которое впоследствии встало в ряду немногих настоящих технических заведений в нашем отечестве, приносящих действительную пользу нашей промышленности... находилось на степени ремесленного училища низшего разряда...» [15].

Постепенно, но неуклонно стала меняться система преподавания. В 1837 году директором МРУЗа становится Адольф Андреевич Розенкампф (1800–1868). Занимая эту должность 22 года – больше, чем кто-либо другой за всю историю МГТУ им. Н.Э. Баумана, выйдя в отставку, он дожил до того дня, когда МРУЗ, которое (по свидетельству современников) именно ему было обязано своим развитием, стало именоваться высшим техническим. В основном благодаря его усилиям была создана школа, задолго до официального признания заслужившая право называться инженерной. Одними из важнейших его деяний стали: организация при МРУЗе завода, где все воспитанники обязаны были пройти практическую подготовку, и введение многоуровневой системы подготовки специалистов, которая состояла в следующем. Все обучающиеся проходили трехлетнюю базовую подготовку, затем трехлетнюю подготовку по мастерскому разряду. После этого проводился отбор в соответствии с их талантом и прилежанием, и показавшие способности и желание учиться проходили дополнительный двухлетний курс.

Реформы А.А. Розенкампфа были созвучны требованиям времени. Середина XIX века ознаменовалась в России бурным ростом промышленного производства. Страна превращалась из ремесленной в фабрично-заводскую, индустриальную и стала остро нуждаться в профессионально подготовленных инженерах, которые могли не только управлять сложными машинами, но и создавать их. Заложенный в те годы принцип системной подготовки «Умей изготовить то, что разработал, и учись на этом!» не устарел и сегодня. Все это повлекло радикальные изменения в деле технического обучения. МРУЗ стало стремительно изменяться, в 1844 году был утвержден новый Устав, в первом параграфе которого говорилось, что «Ремесленное учебное заведение имеет целью образовать... искусных мастеров с теоретическими сведениями». В 1859 году на смену А.А. Розенкампфу на место директора МРУЗа приходит Александр Степанович Ершов (1818–1867). Его работа «О высшем техническом образовании в Западной Европе» содержит глубокий анализ

существующих образовательных систем. Главный вывод автора состоял в том, что в России необходимо развивать техническое образование. Именно А.С.Ершову МРУЗ обязано не просто расширением теоретического обучения, но и поднятием его на качественно новый, университетский уровень: с начала 1860-х годов все теоретические предметы в МРУЗе могли преподавать исключительно лица с ученой степенью не ниже магистра, а программы курсов должны были как минимум соответствовать аналогичным университетским.

1 июня 1868 года император Александр II утвердил новый Устав, согласно которому учебное заведение получило статус высшего специального и новое название – Императорское Московское техническое училище (ИМТУ). Такой статус имело весьма ограниченное число учебных заведений Российской империи. Перед ИМТУ ставилась задача подготовки инженеров-механиков, инженеров-технологов и механиков-строителей.

Первым директором ИМТУ был назначен Виктор Карлович Делла-Вос (1829–1890). В 1862 году он составил докладную записку, в которой обосновал необходимость развития технического образования в России и продолжил начатую его предшественниками работу по созданию уникальной системы обучения инженеров. Новый статус учебного заведения позволял не только давать хорошее образование, но и предоставить гораздо больше прав выпускникам, что привело к росту популярности ИМТУ и стало дополнительным стимулом для его развития. Почетное звание инженера, очень много значившее в то время и тем более в перспективе, поскольку находящаяся на подъеме промышленность испытывала нужду в хороших специалистах, привлекало людей из самых разных социальных слоев. Инженерная деятельность при условии ее успешности обеспечивала определенный достаток, хорошие инженеры пользовались уважением в обществе и не без оснований считали себя людьми, для страны полезными. А то, что Императорское Московское техническое училище выпускает очень

хороших инженеров, вскоре признали не только в России, но и в мире. Именно В.К. Делла-Восу во многом принадлежит заслуга создания той концепции обучения, реализация которой вскоре сделала ИМТУ одним из лучших вузов России.

При Викторе Карловиче в ИМТУ были приглашены известные профессора Московского университета, что немало способствовало повышению теоретической подготовки по математике, физике, механике, химии, доведению преподавания этих дисциплин до уровня, сопоставимого с университетским. Не меньше внимания он уделял практической подготовке, сохраняя и укрепляя лучшие традиции.

Созданная в Училище система подготовки инженеров умело пропагандировалась. За представленные в 1873 году на Всемирной промышленной выставке в Вене методические материалы по практической подготовке инженеров ИМТУ получило диплом и золотую медаль. В 1876 году на Всемирной промышленной выставке в Филадельфии методика преподавания, представленная ИМТУ, также получила медаль. Показательно, что нашу систему подготовки инженеров оценили в стране, стоящей на пороге грандиозного промышленного подъема, где понимали, что развитие промышленности невозможно без высокообразованных инженеров. Уже после окончания выставки между директором Бостонского технологического института (ныне – Массачусетский технологический институт) профессором Джоном Ронклем и директором ИМТУ В.К. Делла-Восом завязалась длительная переписка. Профессор Ронкль не просто восхищался русским методом обучения, но и прилагал все усилия для того, чтобы использовать методику обучения ИМТУ сначала в своем институте, а затем и в других вузах Америки. И сообщил об этом как директору ИМТУ, так и посланнику США в Петербурге с тем, чтобы он передал его мнение российским властям: «Обратите внимание четвертого отделения канцелярии Его Величества на тот факт, что за Россией признали полный успех в решении столь важной задачи технического

образования, и что в Америке после этого никакая иная система не будет употребляться» [15].

В чем же заключался этот знаменитый в XIX веке и постоянно с гордостью упоминаемый ныне «русский метод подготовки инженеров», получивший и второе наименование «русская инженерная школа»? Система подготовки в ИМТУ имела три основных составляющих:

- 1) серьезное изучение теоретических предметов на уровне, не уступающем уровню их преподаванию в классических университетах;
- 2) глубокая практическая подготовка, основанная на реальной работе студентов в условиях, максимально приближенных к тем, с которыми им после придется иметь дело на заводах и фабриках;
- 3) постоянная взаимовыгодная связь высшей технической школы с промышленностью.

Русская инженерная школа существенно отличалась как от признанной немецкой, так и от быстро развивавшейся американской. Родившаяся в ИМТУ, она базировалась на синтезе теоретической и практической подготовки в течение всего срока обучения. Теоретическая подготовка строилась по принципу «от общего к конкретному», т. е. от общетеоретических дисциплин через общеинженерные – к специальным, диапазон которых был весьма широк. Практическая подготовка строилась по принципу «от простого к сложному», т. е. от задач ремесленных к задачам инженерным [15].

Наибольший интерес представляла сформировавшаяся в ИМТУ система практического обучения, которая включала работу в учебных мастерских, на опытном заводе Училища и производственную практику на предприятиях. Работа в мастерских давала будущему инженеру возможность «почувствовать металл», научиться самому обращаться с конкретными орудиями производства, что-то изготавливать самостоятельно. На опытном заводе, где производилась более сложная и ответственная продукция (машины и приборы), студенты получали обширные знания по технологическим методам и маршрутам обработки, учились сборке и регулировке сложных

изделий. Одновременно в специальных лабораториях, оснащенных самым современным для того времени оборудованием, студенты получали знания по практическому конструированию. Наконец, обязательная для всех производственная практика позволяла изучать работу крупных передовых предприятий в соответствии с избранной специальностью. Благодаря этому будущий инженер выходил в свет специалистом, подготовленным к разнообразным видам деятельности, и был способен сразу приносить реальную пользу [15].

Можно назвать две причины того, почему русская инженерная школа в наиболее завершенной форме сложилась именно в Московском техническом училище. Во-первых, большинство технических вузов Российской империи создавались сразу как высшие учебные заведения или имели короткую предысторию. Естественным было стремление развивать прежде всего теоретические курсы, которые и отличают высшие учебные заведения от средних. А ИМТУ прошло длинный эволюционный путь, начиная с ремесленных классов. Именно система практического обучения, которая развивалась и отрабатывалась десятилетиями, стала его отличительной чертой.

Во-вторых, профессора, приглашаемые вузами из-за границы, привносили в учебный процесс особенности своих инженерных школ. В ИМТУ зарубежных профессоров не приглашали, зато изначально поддерживали теснейшие связи с Московским университетом – признанным центром высокой науки и преподавания фундаментальных дисциплин. Приглашенные из университета профессора, на чьи плечи и легло преобразование среднетехнического заведения в высшее, включились в сложившуюся систему подготовки, не ломая, а обогащая ее. Более того, широко практиковалось одновременное преподавание в обоих вузах. Наиболее яркий пример – деятельность «отца русской авиации» Николая Егоровича Жуковского, выдающегося ученого и педагога, который совмещал работу в МГУ и ИМТУ более сорока лет.

Выпускники ИМТУ того времени по своей компетентности были инженерами широкого профиля. Так, все инженеры-механики изучали и станки, и паровозы. Полученные знания и практические навыки позволяли выпускникам работать в самых разных направлениях, переходя из отрасли в отрасль или даже занимаясь всем одновременно. Лучший пример – судьба одного из самых выдающихся выпускников ИМТУ, знаменитого инженера Владимира Григорьевича Шухова, которого называли «русским Эдисоном» [15].

### **1.3. Политехнические институты Российской империи**

В связи с дальнейшим развитием промышленности в России были открыты технологические институты в Харькове и Томске, и, кроме них, еще несколько высших технических учебных заведений по другим отраслям техники. Все эти учебные заведения были организованы по примеру Института инженеров путей сообщения. Они имели пятилетнюю программу, а студенты с хорошей математической подготовкой выявлялись на конкурсных вступительных экзаменах. Это позволяло начинать преподавание математики, механики и физики на довольно высоком уровне уже на первом курсе и дать студентам достаточную подготовку по фундаментальным предметам в первые два года. Последние три года использовались для изучения инженерных дисциплин. В течение этих лет читались лекции по техническим предметам, и от студента требовалась определенная работа в аудиториях, но большую часть времени студенты проводили в чертежных кабинетах.

Престиж профессора в инженерных учебных заведениях был очень высок, и лучшие таланты страны состязались за право замещения вакантных должностей в преподавательском штате. Успех в этом состязании зависел, в основном, от опубликованных научных работ претендента. Преподавателями выполнялось большинство работ в области инженерных наук, а затем эти работы публиковались в трудах учебных заведений. Можно привести много примеров показывающих, что научная деятельность русских инженерных

учебных заведений в девятнадцатом веке была на очень высоком уровне, и что Россия в этот период внесла значительный вклад в развитие инженерных наук [13].

В течение последней четверти девятнадцатого века промышленность России интенсивно развивалась. Производство стали и чугуна удваивалось примерно каждые десять лет, а сеть железных дорог быстро расширялась.

Было закончено строительство Транссибирской магистрали, вызвавшее быстрое экономическое развитие Сибири. Такое развитие промышленности требовало большего числа инженеров. В связи с этим старые инженерные учебные заведения расширялись насколько возможно быстро [13].

Томский технологический институт (основан в 1896 году) по инициативе устроителя и первого директора Е.Л. Зубашева перешел на программу политехнического образования вместо технологического с одной узко обособленной специальностью, соединив новые принципы инженерного образования с элементами классического университетского образования. Ефиму Лукьяновичу Зубашеву, человеку с двумя дипломами технологических вузов (Харьковского и Санкт-Петербургского), опытом учёного и промышленника, стало очевидно, что задуманный Министерством народного просвещения Институт практических инженеров с двумя отделениями – механическим и химическим – будет жизнеспособен непродолжительное время. Он составил новый проект учебного плана института, доказав необходимость открытия еще двух отделений – инженерно-строительного и горного, а также подробную пояснительную записку к нему, в которой показал преимущество и большую жизнеспособность политехнической системы. Разработанный Е.Л. Зубашевым Устав института содержал ряд реформаторских принципов, которые определили многолетнее успешное развитие (необходимость оборудования механических мастерских и различных лабораторий, создание учебных музеев, широкое развитие практических занятий, разделение читаемых курсов

на общие и факультативные, появление специальностей на отделениях и др.).

Быстрое развитие промышленности требовало организации новых учебных заведений. Большие институты были открыты в Киеве и Варшаве в 1898 году, за которыми последовали политехнические институты в Санкт-Петербурге (1902 год) и Новочеркасске (1906 год). Санкт-Петербургский политехнический институт имел особенно большое влияние на развитие инженерного образования в России. Этот институт был крупным учебным заведением с просторными современными помещениями и хорошо оборудованными лекционными аудиториями, чертежными кабинетами и лабораториями. Преподавание фундаментальных дисциплин – таких, как математика, механика, физика и химия было значительно улучшено за счет введения классных работ в малых группах. Параллельно с лекциями, читаемыми профессорами по тем или иным предметам, были предусмотрены часы для упражнений, в течение которых рассматривалось решение задач, иллюстрирующих теорию [13].

Профессия инженера ставилась в России очень высоко. Свидетельством авторитета русского инженера того времени, несущего персональную ответственность за реализацию сложного технического проекта, можно считать любимую фразу императора Николая I «Мы инженеры». Число молодых людей, желавших ее получить, было в несколько раз больше числа вакансий. Большинство инженерных учебных заведений при отборе студентов продолжало применять конкурсные вступительные экзамены. Петербургский политехнический институт отбирал студентов на основе аттестатов об окончании школ, но требования все равно были очень высокими. Например, на кораблестроительное отделение могли поступить только претенденты, окончившие средние школы с золотой медалью. С такой отобранной группой студентов было возможно поднять уровень обучения на этом отделении на очень высокую ступень.

Программы обучения на кораблестроительном отделении были разработаны под влиянием таких мировых авторитетов, как А.Н. Крылов и И.Г. Бубнов. Они предложили обширную программу по математике, где, кроме обычного двухлетнего курса анализа, были предусмотрены курсы уравнений в частных производных и приближенных вычислений.

В области механики твердого тела, в дополнение к обычному элементарному курсу, был введен дополнительный курс, в котором рассматривались уравнения Лагранжа и их приложения. Из дисциплин, относящихся к механике упругих тел, студентам читались курсы теории упругости и теории колебаний. Это был первый опыт в истории инженерного образования, чтобы столь высоко математизированные предметы включались в программы общеинженерной подготовки. За этими предметами следовала обширная курсовая работа, где студенты имели возможность применять теорию к практическим задачам.

Молодые инженеры, окончившие кораблестроительное отделение, пользовались большим спросом и успешно работали в Российском флоте. Аналогичные удачные результаты были получены также и на других отделениях института.

Русские инженерные учебные заведения не ограничивали свою деятельность обеспечением преподавания различных инженерных предметов по программе, но принимали активное участие в дальнейшем развитии инженерных наук. Все они обычно выпускали свои «Сборники», где публиковались научные труды преподавателей. Институтские лаборатории служили не только для учебных целей, но также и для научных работ преподавателей, и для решения технических задач, поставленных промышленностью и государством [13].

За 20 лет, предшествовавших революции 1917 года, в Российской империи имел место весьма значительный рост как естественнонаучного, так и инженерного и сельскохозяйственного образования. К началу Первой мировой войны российская система

высшего технического образования по всем параметрам заметно превосходила германскую. Это было достигнуто, прежде всего, за счет целенаправленной государственной политики и значительных инвестиций в данную сферу начиная с середины 90-х годов XIX века. С учетом выбытия старых кадров к 1917 году Россия обладала примерно таким же инженерным потенциалом, как Германия, и превосходила Францию [11].

#### **1.4. Инженерное образование в первые два десятилетия СССР**

Быстрое и успешное развитие российского инженерного образования в течение двадцатого века было недолгим [13]. Очень скоро началась первая мировая война и революции. СССР получил в наследство от Российской империи сильную и сбалансированную, хорошо оснащенную фондами систему технического образования. В РСФСР к 1925 году был только один абсолютно новый технический вуз (Московский горный институт), не считая технических факультетов нового Среднеазиатского университета. Все остальные вузы возникли прямым преобразованием уже существовавших вузов или были организованы на базе эвакуированных из Польши и Прибалтики институтов. В других случаях новые советские вузы (МАМИ, МХТИ, ЛИТМО, Московский текстильный и Казанский политехнический) создавались на основе самых крупных и богатых средних технических учебных заведений, имевших в начале XX века достаточную материально-техническую и кадровую основу. Вместе с тем известный тезис о том, что «революция полностью разрушила» систему технического образования едва ли находит подтверждение: к 1925 году численность учащихся на физико-математических факультетах и в инженерных вузах даже немного превзошла предреволюционный уровень [11]. Система инженерного образования сохранилась и продолжала развиваться. Дореволюционная система технических вузов сохранилась фактически до реформы 1930 года, когда на основании Постановления ВСНХ СССР старые институты были расформированы, а на базе их факультетов, кафедр и школ

образованы многочисленные отраслевые учебные заведения, находившиеся в ведении хозяйственных наркоматов и осуществлявшие массовый выпуск узких специалистов по укороченной программе. В то же время революционные эксперименты привели к катастрофическому падению уровня общего (среднего) образования и, как следствие, к падению качества подготовки абитуриентов [13]. Начиная с 1918 года все типы начальных и средних школ были слиты в «единые трудовые школы» II ступени. При этом не только была нарушена целостность гимназического образования – сами требования значительно упали. Из программ единых трудовых школ 1920-х годов, по сути, просто исключены последние два-три года занятий по математике и другим общеобразовательным предметам, предполагавшиеся в дореволюционных гимназиях и реальных училищах. То есть выпускникам «недоставало» двух-трех лет интенсивных занятий по сравнению с выпускниками гимназий предвоенного времени. А ведь они составляли только 60 % абитуриентов советских вузов 20-х годов – остальные не имели даже такого уровня знаний! Одновременно за годы революции и Гражданской войны, страна потеряла от 50 до 80 % наиболее квалифицированных научных и преподавательских кадров. В 30-е годы советское правительство вполне осознало опасность падения уровня подготовки по общеобразовательным предметам. Уже в Постановлении ЦК ВКП(б) от 25 августа 1931 года, положившем начало возрождению преподавания общеобразовательных предметов в отечественной школе, признавалось, что «коренной недостаток школы в данный момент заключается в том, что обучение в школе не дает достаточного объема общеобразовательных знаний и неудовлетворительно разрешает задачу подготовки для техникумов и высшей школы вполне грамотных людей, хорошо владеющих основами наук (физика, химия, математика, родной язык, география и т. д.)» [11].

Преподавание в средних школах начало быстро улучшаться, в особенности по естественным наукам и математике. По-видимому, к

концу тридцатых годов требования по математике в средних школах уже приблизились к дореволюционному стандарту. После многих изменений, происшедших в течение революционных лет, в середине 1930 годов в России возник новый тип средней школы, полная программа которой требует 10-летнего обучения и подразделяется на три ступени: начальная школа (с 1 по 4 класс), неполная средняя (с 5 по 7 класс) и средняя школа (с 8 по 10 класс). Старшие классы, с 8 по 10, рассматриваются как подготовительные для высшей школы.

Общая организация школ и методов преподавания очень похожа на ту, что имела место в дореволюционные годы. Традиционная система была восстановлена.

Программы требуют от учеников концентрированной и серьезной работы и дают хорошо сбалансированное количество знаний в таких областях, как математика, естественные науки и языки. Учебный план аналогичен плану реальных училищ в дореволюционное время. Математика продолжает быть одним из самых важных предметов при обучении в средней школе. Каждый ученик должен пройти, в добавление к очень солидному курсу арифметики, пять лет алгебры и геометрии и два года тригонометрии. Интересно заметить, что при обучении математике русские школы вернулись к учебникам, существовавшим в дореволюционное время. Например, хорошо известными книгами А.П. Киселева до недавнего времени пользовались как учебниками по геометрии и алгебре.

Программы по физике и химии несколько увеличены по сравнению с дореволюционными. В старое время химия преподавалась как глава физики, теперь это – отдельный предмет, который преподается в течение 4 лет. В целом, каждый ученик средней школы отдает примерно одну треть своего учебного времени на изучение математики и естественных наук. Этот стандарт был достаточно высок и предусматривал пять лет арифметики и алгебры, три года геометрии, один год тригонометрии и три года физики. Профессия инженера продолжала быть популярной в России, и технические учебные заведения снова стали привлекать внимание лучших учеников.

Были восстановлены экзамены и отменены классовые ограничения на поступление в высшие учебные заведения. Можно признать, что реальные достижения советской власти в области образования были связаны не с революционными экспериментами, а с восстановлением старых образовательных традиций (прежде всего – в области естественнонаучного и инженерного образования) при расширении «социальной базы» образования.

К этому времени вся русская промышленность была полностью в руках правительства, и ее дальнейшее развитие осуществлялось согласно пятилетним планам. При подготовке пятилетних планов стало возможным знать наперед требуемое число инженеров по каждой специальности. В то же время инженерная деятельность стала в высокой степени централизованной, т. е. разработка всех новых конструкций одного и того же типа могла производиться в одном центре.

В этих обстоятельствах введение очень узкой специализации при подготовке инженеров имело преимущества. Для такой специализации институты политехнического типа были не особенно удобны, и очень часто они разделялись на отдельные институты. Каждый из этих институтов был создан для подготовки специалистов в определенной отрасли промышленности, и поэтому прикреплен к определенной государственной структуре. Таким путем были созданы институты очень узкого профиля [13].

Но со временем недостатки такой подготовки стали очевидными, и большинство институтов, особенно институты, имеющие старые традиции, ушли от узкой специализации и вернулись к программам, аналогичным тем, которые были до революции. С.П. Тимошенко в 1959 году констатирует, что общая организация высших технических учебных заведений аналогична той, что была в дореволюционное время. Высшие технические учебные заведения отделены от университетов и имеют 5-или 5,5-летнюю программу по каждой специальности. Конечно, число институтов после революции значительно увеличилось [13].

## 1.5. Опыт подготовки элитных инженеров в СССР.

### Система Физмеха – Физтех

К концу XIX – началу XX века физика все в большей мере превращалась в непосредственную основу новой техники. Возникла необходимость в элитных специалистах нового типа – инженерах-физиках. Далеко не все это понимали. В общественном мнении, среди педагогов и инженеров, да и среди ученых господствовало привычное мнение: наука – это одно, а инженерное дело, техника – совсем другое [16]. В дореволюционное время университеты имели физико-математические факультеты, где были представлены различные разделы математики, механики, астрономии и физики. Предметы имели чисто научный характер, и никаких технических приложений не рассматривалось. Срок обучения составлял 4 года, и выпускники обычно становились учителями математики и физики в средних школах [13].

В развитие отечественной научной инженерной школы большой вклад внесли физик А.Ф. Иоффе, родоначальник советской школы физики, и механик С.П. Тимошенко, «отец-основатель современной прикладной механики в США». В 1911 году ими была разработана учебная программа и составлен проект создания первого в мировой практике инженерно-исследовательского факультета – физико-механического факультета (Физмеха) в Петербургском Политехническом институте, не имевшего аналогов в мире и обогатившего российское политехническое образование реализацией «системы Физмеха», в рамках которой «...было более обширное, а главное – более углубленное изучение математики, теоретической механики и физики, чтобы выпускать не рядовых инженеров, а ведущих деятелей в прикладной науке» – вспоминал позднее выдающийся математик, механик и кораблестроитель академик А.Н. Крылов. В 1919 году физико-механический факультет был создан, в его первый Президиум вошли А.Ф. Иоффе, А.Н. Крылов, М.В. Кирпичев и выпускник Политехнического института П.Л. Капица. Одновременно начал действовать научный семинар под руководством А.Ф. Иоффе, из которого вышли, в частности, «птенцы семинара Иоффе» П.Л. Капица и Н.Н. Семенов – впоследствии Лауреаты Нобелевской премии.

Гармоничное сочетание учебного и научно-исследовательского процессов составило основу «системы Физмеха» физико-

механического факультета Ленинградского политехнического института и Физико-технического института, тесно связанных с именем А.Ф. Иоффе. Новая система подготовки кадров – «система Физмеха» – дала нашей стране выдающихся физиков XX века – трижды Героев Социалистического Труда членов Академии наук СССР Ю.Б. Харитона, И.В. Курчатова, А.П. Александрова, Я.Б. Зельдовича, И.К. Щелкина, которые совместно с другим выпускником – политехником Н.Л. Духовым, также Трижды Героем Социалистического Труда, внесли определяющий вклад в успешную реализацию атомного проекта и создание ядерного щита [18, 19].

Для успешного распространения новых идей важным оказалось то обстоятельство, что должность заместителя декана физико-механического факультета в 1919-1921 годы занимал П.Л. Капица, будущий основоположник Московского физтеха. Это был первый и очень успешный опыт, который получил развитие через много лет [16].

Газета «Правда» (4 декабря 1938 года), опубликовала в порядке обсуждения письмо группы ученых под многозначительным заголовком «Нужна высшая политехническая школа» (рис. 1) [20]. Авторы этого письма, а среди них были и такие крупные ученые, как будущие академики М.А. Лаврентьев, Н.И. Мусхелишвили, С.Л. Соболев, С.А. Христианович и члены-корреспонденты АН СССР А.О. Гельфонд, Н.Е. Кочин, недвусмысленно заявили о насущной необходимости готовить инженеров-исследователей, инженеров-ученых, соединяющих в себе совершенное знание той или иной отрасли техники с глубоким физико-математическим образованием. Подчеркнув государственную значимость поднятого ими вопроса, они сформулировали принципы реализации поставленной задачи: отбор талантливой молодежи путем конкурсных двухступенчатых испытаний; комплектование преподавательского состава только из крупных ученых, интенсивно ведущих творческую исследовательскую работу; обучение в стенах вуза в течение трех-четырех лет, а затем в течение двух-трех лет – в процессе работы в научно-исследовательских институтах и конструкторских бюро [19].

Эти идеи были пронизаны духом элитарности и находились в резком противоречии с господствовавшей в то время в советском обществе идеологией, одним из главных постулатов которой было равенство. Но в «Правде», да еще на первой полосе в то время ничего просто так не печатали. Значит, партийному руководству мысль о подготовке элитного инженерного корпуса уже не казалась чудовищной [16].

# ПРАВДА

Орган Центрального Комитета и МК ВКП(б).  
№ 334 (7659) 4 декабря 1938 г., воскресенье  
ЦЕНА 10 КОП.

## Письма в редакцию **НУЖНА ВЫСШАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА**

(В ПОРЯДКЕ ОБСУЖДЕНИЯ)

В нашей стране существует два типа технических учебных заведений: техникумы, готовящие специалистов узкого профиля, и вузы, готовящие инженеров на более широкой, но все же весьма скромной теоретической базе. Научные работники в области техники готовятся в аспирантуре при высших учебных заведениях. Однако аспирантура сводится преимущественно к усовершенствованию в какой-либо одной области техники. Людей с физико-математическим образованием готовят университеты, но выпускники университетов не знакомы с техникой и идут, как правило, на педагогическую работу.

Таким образом, ни одно из этих учебных заведений не готовит инженеров-ученых, инженеров-исследователей, соединяющих совершенное знание той или иной отрасли техники с широким общим физико-математическим образованием.

А такие кадры нужны стране. Обладая широкой теоретической подготовкой и знанием производства, они должны будут решительно двигать вперед науку, поставленную на службу развитию и расцвету индустрии. Такие кадры будут способствовать дальнейшему научно-техническому подъему и прогрессу страны.

Мы предлагаем наряду с дальнейшим улучшением работы наших вузов и вузов создать в Москве новое высшее учебное заведение — высшую политехническую школу.

Политехническая школа должна будет готовить инженеров-исследователей для нашей промышленности; научных руководителей и работников научно-исследовательских институтов и промышленных лабораторий; инженеров для работы в крупнейших проектных бюро; руководителей и работников специальных кафедр во вузах.

В число учащихся политехнической школы должны отбираться самые выдающиеся по своим способностям лица, окончившие школу-десятилетку. Желающие поступить в политехническую школу должны

будут пройти двухступенные конкурсные испытания. Испытания в первом туре производятся по обычной программе приемных испытаний в вузы.

Выдержавшие испытания в первом туре проходят второй тур приемных испытаний только по математике и физике. Экзаменуемым предлагаются задачи, не требующие знания каких-либо новых разделов программы, но требующие сообразительности, умения найти остроумный и удобный путь решения задачи. 100-150 человек, получивших наивысшие оценки на испытаниях во втором туре, принимаются на первый курс школы.

Состав профессоров и преподавателей школы должен комплектоваться только из крупных ученых, интенсивно ведущих творческую исследовательскую работу. Все читаемые в школе курсы подлежат обязательной публикации как представляющие научный интерес.

Учебный план должен быть рассчитан на обучение в стенах школы в течение четырех лет и двух лет работы на предприятиях, в конструкторских бюро и лабораториях.

В нашей стране есть все, чтобы обеспечить успех этого важнейшего дела: энергичная, инициативная, живая и исключительно талантливая учащаяся молодежь и столь же энергичные и инициативные, обладающие при этом весьма высокой квалификацией ученые.

Высшая политехническая школа, вне всякого сомнения, будет оплотом «той науки, люди которой, понимая силу и значение установившихся в науке традиций и умело используя их в интересах науки, все же не хотят быть рабами этих традиций, которая имеет смелость, решимость ломать старые традиции, нормы, установки, когда они становятся устарелыми, когда они превращаются в тормоз для движения вперед, и которая умеет создавать новые традиции, новые нормы, новые установки» (Сталин).

Депутат Верховного Совета СССР, член-корреспондент Академии наук СССР Н. И. МУСХЕЛИШВИЛИ. Депутат Верховного Совета РСФСР, член-корреспондент Академии наук СССР С.Л. СОБОЛЕВ. Доктор физико-математических и технических наук, профессор М.А. ЛАВРЕНТЬЕВ. Доктор физико-математических наук, профессор А.О. ГЕЛЬФОНД. Доктор технических наук, профессор Д.Ю. ПАНОВ. Доктор физико-математических и технических наук С.А. ХРИСТИАНОВИЧ. Доктор физико-математических наук, профессор Ф.Р. ГАНТМАХЕР. Начальник технического отдела Главнефтедобычи инженер Ф.А. ТРЕБИН. Доктор физико-математических наук, профессор Н.Е. КОЧИН.

Рис. 1. Письмо в редакцию газеты «Правда»

Однако время еще не пришло. Надвигавшаяся война, известная инерция мышления, видимый успех индустриализации не позволили в тот момент осуществить предложение ученых. Но опыт войны, возросшая роль науки и технологий в послевоенном мире и в обеспечении безопасности страны заставили вернуться к вопросу о создании элитного инженерного высшего учебного заведения [16].

Первые послевоенные годы шла упорная борьба за воплощение идеи такого вуза, идеи, уже витавшей в воздухе, но не находившей путей реализации. Здесь следует особо отметить титанические усилия П.Л. Капицы, предпринятые им при создании Физтеха. В серии писем (рис. 2, 3), им подготовленных и направленных на имя И.В. Сталина, Г.М. Маленкова, Л.П. Берии, утверждается, что опыт мировой войны совершенно изменил представление о роли и значении науки. Отмечается, что только в том случае, когда органическая связь между научными и учебными учреждениями сохранилась, как, например, в случае сочетания Ленинградского физико-технического института и физико-механического факультета Политехнического института, подготовка научных кадров оказывалась на большой высоте. Лучшие наши физики-инженеры как раз и были созданы на базе научной школы академика Иоффе [19]. Аргументируется необходимость создания особого учебного заведения, и формулируются основные принципы его работы:

«Специальный отбор по всей стране наиболее способной к научным исследованиям и талантливой молодежи.

Привлечение в качестве преподавателей наиболее активных и талантливых ученых.

Специальные методы обучения, рассчитанные на максимальное развитие творческой инициативы и индивидуально приспособленные к особенностям каждого учащегося.

Обучение на экспериментальной базе наших лучших исследовательских институтов» [19].

23 октября 1945 г.

**ЗАМЕСТИТЕЛЮ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ СНК СССР**

**Тов. МАЛЕНКОВУ Г.М.**

Товарищ Маленков!

Я Вам рассказывал последний раз о тех попытках, которые предпринимает ряд директоров научно-исследовательских институтов, чтобы создать Физико-технический институт, имеющий основной целью готовить кадры для научных и технических исследовательских институтов. Наша инициативная группа разработала записку, которая должна лечь в основу обсуждения плана этого института. Мы будем просить Кафтanova созвать совещание для обсуждения этой записки в широких кругах ученых-физиков.

Я Вам на всякий случай, в порядке осведомления, посылаю эту записку, и если у Вас будут какие-нибудь общие соображения по записке, я буду благодарен, если Вы найдете возможным сообщить их нам перед совещанием, чтобы мы могли их обсудить на совещании и должным образом учесть.

П.Л. Капица

P.S. Если все наши предложения дадут результат, то, конечно, это сильно поможет науке.

Рис. 2. Письмо П.Л. Капицы Г.М. Маленкову

Москва, 1 февраля 1946 года

**ПРЕДСЕДАТЕЛЮ СОВЕТА НАРОДНЫХ КОМИССАРОВ СССР  
ТОВ. И. В. СТАЛИНУ**

Товарищ Сталин.

Для развития новаторских идей, роста новой техники и внедрения ее, решающую роль играют научно-исследовательские институты и конструкторские бюро. Пополнение этих учреждений кадрами молодых научных работников является первым условием их здорового роста. Это условие сейчас осуществляется плохо. Причина этого в том, что подготовка и воспитание этих кадров неудовлетворительны. Жизнь показывает, что подготовка творческих научных кадров может производиться только в тесной связи с ведущими научными работниками и научно-исследовательскими институтами.

За границей ведущие вузы и университеты (Кэмбридж, Оксфорд, Сорбонна, Йель, Харвард, Пассадена и другие) органически связаны с ведущими научными учреждениями. У нас сейчас задача вузов и университетов чересчур широки, они подготавливают специалистов — инженеров и педагогов — в массовом порядке, и тот индивидуальный и потенциальный подход к воспитанию, который требуется для подготовки научных работников, не под силу этим учебным заведениям. Поэтому, даже при желании, они не могут развивать творческие задатки в студентах. Только в том случае, когда органическая связь между научными и учебными учреждениями сохранилась, как, например, в случае сочетания Ленинградского физико-технического института и физико-механического факультета Политехнического института, подготовка научных кадров оказывалась на большой высоте. Лучшие наши физики-инженеры как раз и были созданы на базе научной школы академика Иоффе.

Неудовлетворительность существующего положения чувствуется настолько остро, что ряд директоров ведущих научных институтов Москвы счел жизненно необходимым для дальнейшего

роста и развития своих институтов предпринять шаги для подготовки кадров своими силами. К числу этих научных институтов относятся: ЦАГИ, Физический институт Академии наук СССР, Институт физических проблем, Институт химической физики, Лаборатории № 2 и № 3. После ряда обсуждений этого вопроса был разработан план создания высшей физико-технической школы с широким использованием научных кадров и оборудования этих институтов. Проект соответствующего постановления, разработанный Комитетом по делам высшей школы, направлен в Совет Народных Комиссаров СССР.

Он зиждется на четырех основных идеях: 1) тщательным отбором наиболее одаренных и склонных к творческой работе представителей молодежи; 2) непосредственным участием в обучении ведущих научных работников и тесном контакте с ними в их творческой обстановке; 3) индивидуальном подходе к отдельным студентам с целью развития их творческих задатков при отсутствии имеющейся сейчас в вузах перегрузки второстепенными предметами по общей программе и механического заучивания (следствие необходимости массового обучения); 4) введение воспитания с первых же шагов в атмосфере технических исследований и конструктивного творчества с использованием для этого лучших лабораторий страны.

Конечно, такой институт может быть создан только на базе научно-исследовательских институтов и только для небольшого числа хорошо отобранных учащихся.

Осуществление такого института требует весьма ограниченных затрат и, в основном, ляжет нагрузкой на исследовательские институты, которые охотно берут ее на себя, так как она является жизненно необходимой для их дальнейшего существования. Такой институт в значительной мере пополнит пробел нашего высшего образования.

Ваш П. Капица!

Рис. 3. Письмо П.Л. Капицы И.В. Сталину

10 марта 1946 года за подписью И.В. Сталина Совнарком СССР принял Постановление «Об организации Высшей физико-технической школы СССР».

Обстоятельства, в которых принималось это Постановление, были достаточно серьезными. За пять дней до его подписания (5 марта 1946 года) Уинстон Черчилль в присутствии Президента США Гарри Трумэна выступил в Фултоне (Миссури, США) со своей печально знаменитой речью о холодной войне и железном занавесе, призывая Великобританию и США объединиться в военно-политическом союзе против СССР. Внутреннее состояние страны также было далеко не благополучным. Мучительно тяжелы были людские потери только что закончившейся войны. В европейской, наиболее развитой, части страны практически вся промышленность была уничтожена, многие города лежали в развалинах. Продовольственное положение было предельно тяжелым. Но преобладающими были дух оптимизма, гордость победителей в самой тяжелой в истории Отечества войне, живое чувство осознанного патриотизма [16].

25 ноября 1946 года И.В. Сталин подписал Постановление Совета Министров СССР № 2538. Этим постановлением Министерству высшего образования СССР вменялась в обязанность для подготовки высококвалифицированных специалистов по важнейшим разделам современной физики, таким как физика атомного ядра, физика низких температур, физика горения и взрыва, радиофизика, оптика, аэро- и термодинамика, организовать в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова физико-технический факультет. В этом же документе формулировались основные принципы работы факультета и конституировались его права и обязанности [19].

Постановление от 25 ноября 1946 года было реализовано почти полностью. Хотя в этом постановлении и не удалось в полной мере сохранить все организационные формы задумываемого при проектировании Высшей физико-технической школы, все основополагающие принципы работы Физтеха, сформулированные

П.Л. Капицей, были оставлены в силе. Именно с этого момента начинается историю своей жизни Московский Физтех [16].

Так, в другую историческую эпоху, в другой стране, в другом городе нашли свою реализацию идеи Парижской «L'Ecole Polytechnique» и Физико-механического факультета Петроградского политехнического института.

17 сентября 1951 года Совет Министров СССР предписал Министерству высшего образования для подготовки инженеров-физиков преобразовать физико-технический факультет (ФТФ) МГУ в Московский физико-технический институт. При этом было оговорено сохранение в МФТИ всей специфики учебного процесса, правил приема студентов и вообще образа жизни ФТФ МГУ [19].

Замечательно и то, что большинство крупных ученых, стоявших у истоков МФТИ и являвшихся авторами обращений к И.В. Сталину и членам советского правительства (прежде всего П.Л. Капица, но также и А.Ф. Иоффе, А.Н. Крылов, А.И. Алиханов, Н.Н. Семенов), были непосредственно связаны с «физико-технической» традицией Петроградского политехнического института императора Петра Великого [11]. Бывший ректор МФТИ Н.В. Карлов особо подчеркнул [14]: «только в Петроградском Политехе 1918 года мог появиться прообраз Московского Физтеха сороковых годов XX века».

### **1.6. Единство триады**

#### **«образование – наука – промышленность» – основа успеха русской и советской инженерной школы**

Академик В.Б. Бетелин отмечает, что в девятнадцатом веке критерием успеха деятельности любого профессора Института Корпуса инженеров путей сообщения были проложенные им дороги, построенные мосты, шлюзы, каналы, причалы. Русская инженерная школа с момента ее становления принципиально основывалась на единстве триады «образование – наука – промышленность» при ведущей роли ее промышленной компоненты [17]. Именно на этих

принципах более чем через сто лет в СССР была сформирована концепция генерального конструктора сложной технической системы. Важно, что со времен строительства Николаевской железной дороги и до эпохи советских атомных и ракетно-космических проектов, генеральные конструкторы де-факто или де-юре подчинялись непосредственно первому лицу государства. Сегодня уже не вызывает сомнения, что только благодаря русской инженерной школе и системе инженерного образования в России стало возможно создание железнодорожной отрасли в 40–80-х годах XIX века и атомной и ракетно-космической отраслей в 40–80-х годах XX века. Эти два технологических прорыва на длительное время обеспечили вхождение России в число промышленных стран-лидеров, а также внесли огромный вклад в построение той технической среды, в которой человечество живет сегодня [17].

Основные достижения русской инженерной школы, в том числе ключевая идея единства промышленности, науки и образования, были положены в основу промышленного развития России и после революции. Русская инженерная школа и после 1917 года сохранила научно-техническое и организационное единоначалие и опиралась на персональную ответственность генеральных конструкторов, чьим объективным критерием успеха деятельности были созданные ими образцы гражданской и военной техники, а также заводы по ее производству. По наследству перешли и высокий престиж естественнонаучного образования, и умение привлекать достижения фундаментальной науки к решению сложных технических проблем. Эта преемственность, собственно, и позволила СССР в 40–80-х годах XX века совершить технологический прорыв, в результате которого были созданы атомная и ракетно-космическая отрасли, и далее, на этой основе, реализовать вариант плановой «экономики знаний», цель которой заключалась прежде всего в достижении мирового военного лидерства. В тот период триада «промышленность – наука – образование» действительно представляла собой единый взаимоувязанный национальный комплекс. Численными критериями

успешного функционирования этой триады служили тактико-технические характеристики и технологические и экономические показатели (дальность, масса, точность, срок службы, технологичность и трудоемкость процесса серийного производства и т. д.) создаваемых систем вооружения, необходимых для достижения военного превосходства или паритета.

Наиболее впечатляющим свидетельством успешного функционирования триады плановой «экономики знаний» и ее научно-образовательного раздела выступают разработка и серийное производство таких высокотехнологичных, наукоемких объектов, как атомные подводные лодки, сверхзвуковые бомбардировщики, ракетно-космические системы и т. д. Более того, сохранившаяся к настоящему времени часть промышленной компоненты этой триады не только обеспечивает военный паритет России на мировой арене, но и демонстрирует высокую эффективность в рыночных условиях.

Плановая «экономика знаний» основывалась на достижениях фундаментальной науки, что предопределило успешное выполнение в СССР целого ряда стратегически важных государственных проектов. К их числу относится создание промышленности разделения изотопов – одного из наиболее сложных и важных направлений атомного проекта. Научным руководителем проекта, несущим персональную ответственность за его реализацию, а фактически и генеральным конструктором первого диффузионного завода был академик И.К. Кикоин – один из лучших представителей русской инженерной школы XX века, в котором уникально сочетались ученый-исследователь, инженер, конструктор и руководитель большого коллектива. В середине 50-х годов И.К. Кикоин, руководя проблемой разделения изотопов, возглавил грандиозный инновационный проект, не имевший аналогов в мировой практике, – создание завода разделения изотопов урана центрифужным методом. Практическая реализация этого метода основывалась на ключевых идеях, одна из которых, принадлежащая И.К. Кикоину, обеспечила решение важнейшей проблемы передачи легкой и тяжелой фракций от центрифуги к центрифуге.

Плановая «экономика знаний» СССР принципиально опиралась на «культ знаний», особенно в области точных наук, который в результате целенаправленной политики государству удалось сформировать и поддерживать до 1991 года. Умение решать сложные научные и технические задачи на основе фундаментальных знаний открывало путь к государственному и общественному признанию, материальному благополучию, вхождению во властные структуры и, что не менее важно, масштабному техническому творчеству. На приобретение этих умений и знаний через многолетний, кропотливый труд на школьной и вузовской ступенях была нацелена естественнонаучная компонента массовой образовательной системы СССР [17]. Школьная и вузовская ступени были неразрывно связаны. В первую очередь решались задачи фундаментального освоения школьниками естественнонаучных предметов, а затем и студентами дисциплин естественнонаучного цикла. В традиции советской средней школы было выделение большого количества учебных часов на достаточно глубокое изучение математики и физики. Вступительные экзамены в технические вузы охватывали всю теоретическую часть школьной программы по этим дисциплинам. Когда профессор С.П. Тимошенко, ставший на тот момент одним из знаменитейших американских ученых и педагогов, посетил СССР в 1959 году после многих десятилетий работы в США, то дал следующую оценку советскому образованию: «Общая организация школ и методов преподавания очень похожа на ту, что имела место в дореволюционные годы. После хаоса, порожденного революционным экспериментаторством, традиционная система была восстановлена... уровень советской системы инженерной подготовки существенно превосходит оценки американских экспертов». Для инженерного образования в России наступил золотой век [13].

На младших курсах всех технических вузов СССР изучались фундаментальные основы высшей математики и общей физики, на которые опирались базовые и специализированные курсы инженерных дисциплин. Благодаря этому в СССР технические вузы, независимо от специализации, фактически готовили специалистов

широкого профиля, способных быстро адаптироваться к работе в любой технической области. Не менее важно и то, что определенная избыточность системы массовой подготовки инженерных кадров обеспечивала возможность формирования технически подготовленного и грамотного управляющего персонала предприятий и государственных структур. Высокая эффективность советской системы образования при подготовке инженерных кадров отмечалась не только С.П. Тимошенко, но и многими другими американскими экспертами, детально изучавшими эту систему после запуска первого искусственного спутника Земли [17].

О высокой эффективности советской системы подготовки кадров свидетельствуют и события, произошедшие после распада СССР. Это успехи на мировом рынке труда эмигрировавших в 90-е и 2000-е годы из России и стран СНГ ученых и высококвалифицированных специалистов – воспитанников советской системы образования. Так, по данным Российской академии наук, Комиссии по образованию Совета Европы и Фонда науки, в 90-е годы в зарубежных университетах, научно-исследовательских организациях и компаниях трудоустроены не менее 250–300 тыс. высокообразованных россиян. Другими словами, образовательная и научная база, комплекс практических навыков и умений, уровень общей культуры этих специалистов оказались вполне достаточными для их востребованности и быстрой трудовой и социальной адаптации в таких странах с рыночной «экономикой знаний», как США, Канада и государства Западной Европы [17].

Хотя сегодня задачи, которые ставились перед плановой «экономикой знаний» в СССР, подвергаются справедливой критике, нельзя не отметить, что они решались весьма эффективно. Более того, поскольку львиная доля экономики СССР была военной, инфраструктура науки и образования почти целиком ориентировалась на «экономику знаний». В этой связи весьма показателен перечень мероприятий по повышению качества преподавания математики и точных наук в США, который более подробно рассмотрен в главе 3. Этот перечень свидетельствует, что Америка сегодня только мечтает

о структурах и механизмах федерального стимулирования процессов естественнонаучного образования, которые долгие годы успешно функционировали в системе математического образования СССР и частично продолжают работать в России [17].

Одна из основных причин инновационного спада в СССР к середине 80-х годов – недооценка властными структурами стратегической роли массовых информационных технологий как инновационного катализатора промышленности, науки и образования. К началу 90-х этот катализатор в США и странах Западной Европы инициировал процессы структурной перестройки триады и формирование крупных компаний, которые по таким показателям, как контролируемая доля мирового рынка, годовой оборот и численность персонала, фактически соответствовали уровню отрасли. В России же к моменту перехода к новым экономическим условиям аналогичные процессы только начинали разворачиваться и были весьма далеки от завершения [17].

После 1991 года приоритет в экономической сфере России был отдан не формированию единой государственной научно-технической и промышленной политики, а использованию механизмов мирового рынка и национальных институтов развития для встраивания отдельных предприятий и учреждений национальной промышленности, науки и образования в мировую систему разделения труда, сформированную лидерами рыночной «экономики знаний». В результате к настоящему времени наука, образование и промышленность России представляют собой не единый взаимоувязанный национальный комплекс, а являются множеством независимых друг от друга промышленных предприятий, научно-исследовательских институтов, учебных заведений, индивидуально встраивающихся в промышленную, научную и образовательную компоненты глобальной мировой инновационной системы.

Борьба за самостоятельное выживание каждого отдельного коллектива, по мнению академика В.Б. Бетелина [17], породила интенсивный процесс «рассыпания» и «измельчения» конгломератов отраслевых и академических институтов и включение их в

самостоятельную конкурентную схватку на мировом рынке «сырых знаний», нередко с элементами ценового демпинга и «проедания» научно-технических заделов и основных фондов времен СССР. Так, по данным Центра исследований и статистики науки, экспорт отечественных научных и проектных услуг, в том числе патентов и лицензий, осуществляется по заниженным примерно на 80 % демпинговым ценам. «Экономика знаний» обычно отождествляется в России с куплей-продажей «сырых знаний», хотя доходы от их продажи, даже в развитых странах, были и остаются ничтожной долей в подушном ВВП, а экономически значимая в масштабах государства добавленная стоимость возникает не в процессе генерации новых знаний, а в процессе их применения крупными национальными компаниями в серийном и массовом производстве. Миллиарды долларов, затраченные Boeing и Airbus на генерацию знаний при разработке новых лайнеров, открывают для этих компаний рынки объемом в триллионы долларов. Встраивание же относительно небольших российских промышленных и научных предприятий в уже сформировавшуюся международную инновационную систему на основе купли-продажи «сырых знаний» неизбежно должно привести и уже приводит к реализации чужой «экономики знаний», когда основные результаты инновационной деятельности российских предприятий – прибыль от продажи массовых высокотехнологических продуктов и все нематериальные активы – оседают вне России.

Аналогичная ситуация и в национальной отечественной системе образования, где критерием успеха тоже остается конкурентоспособность на мировом образовательном рынке, то есть гипотетическое встраивание системы образования России в глобальную мировую инновационную систему, а не удовлетворение потребностей национальной промышленности и науки [17].

Однако наиболее разрушительно для современной российской инновационной деятельности практически полное вымывание за последние 17 лет (на момент выхода статьи В.Б. Бетелина [17] – примеч. авт.) в массовом общественном сознании «культы знаний» в

области точных наук. Обладание фундаментальными знаниями, умение решать сложные научные и технические задачи уже не открывают, как во времена СССР, в современной России путь к государственному и общественному признанию, материальному благополучию, вхождению во властные структуры. В этих условиях карьера, ориентированная на успешную инновационную деятельность, требующая многолетнего, нелегкого, кропотливого труда по приобретению знаний и умений, в глазах подрастающего поколения будет очевидно проигрывать карьерам, нацеленным на быстрый успех без особых интеллектуальных усилий. Например, «фабрике звезд», рекламируемой как карьера, которая всего за два-три месяца может обеспечить молодому человеку и общественное признание, и материальное благополучие.

С начала 2000-х годов начался этап постепенного перехода России к инновационной экономике. В 2014 году Президент России В.В. Путин отмечал [42]: «За последние годы мы предприняли ряд шагов, направленных на укрепление отечественной инженерной школы. Созданы национальные исследовательские университеты, ориентированные на подготовку современных технических кадров. Начиная с 2006 года, в развитие материальной базы инженерных факультетов целевым образом было вложено более 54 миллиардов рублей. Удалось повысить уровень подготовки специалистов, в том числе по таким критически важным направлениям, как авиационная, атомная, автомобильная промышленность, металлургия, энергетическое машиностроение.

Отрадно и то, что общественный престиж профессии растет, карьера инженера становится привлекательной с точки зрения статуса и материального достатка. В стране запускаются крупные индустриальные проекты, в рамках которых инженерам по-настоящему интересно и амбициозно работать.

Закономерно, что все больше школьников увлекаются математикой, физикой, химией. Ректоры крупных вузов сообщают о том, что определенная тенденция к повышению престижности этих профессий растет, и количество абитуриентов увеличивается».

## **2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА В РАЗВИТИИ ЗАРУБЕЖНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

### **2.1. Традиции отечественного образования как основа STEM**

После 1917 года Россию покинули тысячи высокообразованных людей, в том числе около трех тысяч дипломированных инженеров, внесших впоследствии значительный вклад в развитие высокотехнологичных отраслей, как в Европе, так и в США. К их числу принадлежал и профессор С.П. Тимошенко, который в разное время работал в Петроградском политехническом институте Петра Великого, Киевском политехническом институте, Петербургском институте путей сообщения, Электротехническом институте. О его вкладе в развитие высшего инженерного образования в России можно судить, например, на основе следующих фактов: в 1916 году в Петроградском политехническом институте Петра Великого А.Ф. Иоффе и С.П. Тимошенко составили проект нового физико-механического факультета, заложивший основу всемирно известной системы подготовки элитных инженерных кадров «Физмех-Физтех»; в 1917 году С.П. Тимошенко принял участие в организации Украинской академии наук под руководством В.И. Вернадского и стал одним из первых ее академиков.

В 1922 году С.П. Тимошенко переехал в США. Уже в первые дни пребывания в Нью-Йорке он отметил низкий уровень технического образования, отсутствие интереса к инженерной науке, безграмотность проектов металлических конструкций городских сооружений. За достаточно короткое время С.П. Тимошенко стал одним из наиболее авторитетных специалистов Америки, объясняя это тем, что «основная подготовка в математике и основных технических предметах давала нам огромное преимущество перед американцами при решении новых нешаблонных задач» [13]. Созданные им в 30-х годах школы прикладной механики в Анн-Арборе, Стенфордском и Калифорнийском университетах

приобрели широкую известность и воспитали целую плеяду учеников. По словам члена Французской академии наук Поля Жермена, «русский Тимошенко научил американцев прочностным расчетам». О признании заслуг С.П. Тимошенко в Америке говорит, например, тот факт, что в 1957 году Американское общество инженеров-механиков учредило медаль имени С.П. Тимошенко (при его жизни), и первым награжденным этой медалью был сам С.П. Тимошенко.

В 1958 году С.П. Тимошенко посетил СССР для изучения системы образования. Поводом к этому послужил запуск первого искусственного спутника Земли, который произвел шоковое впечатление в США и вызвал резкий подъем интереса к российской науке и культуре. С.П. Тимошенко, сам много сделавший для развития нашей системы образования, считал, что такой успех российской науки не случаен. С позиций человека, в течение пятидесяти с лишним лет непрерывно преподававшего в учебных заведениях, Тимошенко сравнивает системы образования, с одной стороны, России дореволюционной и послереволюционной, а с другой – США, являясь одним из немногих людей, знавших эти системы не понаслышке [13]. Ниже приведем выдержки из книги С.П. Тимошенко, опубликованной для американцев по итогам его поездки в СССР [13].

В дореволюционное время в России имелось два типа средних школ: классическая гимназия и реальное училище, куда принимались ученики, достигшие 10-летнего возраста после вступительных экзаменов по русскому языку и арифметике. В гимназии придавалось особое значение изучению латыни и греческого языка. В реальных училищах главными предметами были математика, естественные науки и современные языки.

После многих изменений, происшедших в течение революционных лет, в середине 1930-х годов в России возник новый тип средней школы, полная программа которой требует 10-летнего обучения и подразделяется на три ступени: начальная школа (с 1 по 4 класс), неполная средняя (с 5 по 7 класс) и средняя школа (с 8 по 10 класс). Первая ступень соответствует американской

«Elementary schools», а две последующие – «Unior high» и «High school». Принимаются ученики семилетнего возраста, а выпускаются в возрасте 17 лет. Первые две ступени, включающие 7 лет обучения, сейчас являются обязательными в России. Старшие классы, с 8 по 10, рассматриваются как подготовительные для высшей школы.

Общая организация школ и методов преподавания очень похожа на ту, что имела место в дореволюционные годы. Традиционная система была восстановлена.

Программы требуют от учеников концентрированной и серьезной работы и дают хорошо сбалансированное количество знаний в таких областях, как математика, естественные науки и языки. Учебный план аналогичен плану реальных училищ в дореволюционное время.

В целом, каждый ученик средней школы отдает примерно одну треть своего учебного времени на изучение математики и естественных наук. С другой стороны, примерно в 23 процентах «Public schools» в США в 1954 году ни физика, ни математика не преподавались вовсе. Более того, только один из пяти американских учеников в таких школах изучает физику и только 13 процентов – тригонометрию и стереометрию.

Из приведенного обзора учебных планов средней школы можно увидеть, что для того, чтобы школьник окончил школу в заданный срок, от него требуется значительная систематическая работа, и опыт показывает, что только небольшой процент учеников, принятых в первый класс, затем доходит до десятого класса через 10 лет. Этот процент значительно ниже, чем в американских средних школах, но имеет тот же порядок, что и в Западной Европе, где, как и в России, преобладает политика отбора наиболее успевающих учеников для высшего образования.

Учащиеся, недостаточно успевающие в неполной средней школе, ориентируются государством в иных направлениях. Если они интересуются, например, техникой, то могут поступить после

окончания седьмого класса в одно из средних специальных учебных заведений (техникум) и закончить его за 4 года как техники. В техникумах они изучают элементарную математику и различные инженерные предметы без использования математического анализа. После окончания они занимают должности младшего технического персонала.

В дореволюционные годы Россия имела большое количество средних специальных учебных заведений. В настоящее время их число значительно увеличилось. Техники принесли большую пользу в процессе реконструкции и дальнейшего развития русской промышленности, и теперь направление политики состоит в том, чтобы на предприятии или стройке соблюдалось соотношение: два техника на одного инженера. В Америке средним специальным учебным заведениям уделяется мало внимания, и, кажется, большая часть младшего технического персонала получает свои профессиональные знания на работе.

Число учеников, ежегодно оканчивающих среднюю школу, много больше числа вакантных мест в институтах, и возникает вопрос, как выбрать из числа претендентов тех, кто должен быть зачислен. Этот вопрос особенно труден для высших технических учебных заведений. Инженерная профессия всегда считалась и считается одной из самых престижных в России. Она и сегодня привлекает внимание лучших учеников средних школ. Число желающих поступить в некоторые высшие учебные заведения, особенно в больших городах, во много раз превышает число вакансий.

Такая ситуация уже существовала в дореволюционное время, когда для надлежащего отбора студентов применялись вступительные экзамены на конкурсной основе.

Большинство русских высших технических учебных заведений имеет пятилетнюю программу. Учебный план для каждой специальности строго обязателен, и число академических часов жестко зафиксировано. Учебный год состоит из 33 недель, неделя – из

6 рабочих дней и учебный день – из 6 академических часов, так что общее число академических часов несколько больше 5000.

В целом все предметы учебного плана можно разбить на четыре группы: 1) общенаучные дисциплины; 2) общеинженерные дисциплины; 3) специальные курсы; 4) курсы общего характера. Все курсы обязательны, предметы по выбору отсутствуют. Некоторые вариации возможны только при выборе специализации.

Первые две группы учебных планов в чем-то сравнимы с программами американских инженерных школ, но предметы третьей группы в американских программах обычно не содержатся. Американские инженерные школы, как правило, осуществляют подготовку по фундаментальным инженерным наукам, и предполагается, что их приложение к реальному проектированию будет изучаться на работе. Недостаточность такой инженерной подготовки очевидна, и для того, чтобы восполнить этот пробел, многие большие производственные компании – такие, как Дженерал Электрик или Вестингауз, создают свои собственные инженерные школы, где вновь принятые выпускники инженерных учебных заведений получают дополнительную подготовку в избранных областях инженерных наук.

В качестве конечной задачи русских учебных программ еще в дореволюционные годы ставился дипломный проект. Для подготовки студентов к этой работе требовалось изучение некоторых специальных курсов и чтение дополнительной литературы. Работа над этим проектом никогда не рассматривалась как узкая специализация, но скорее, как педагогический прием, с помощью которого студенту показывалось, как практическая инженерная задача может быть решена путем объединения сведений, полученных в различных инженерных науках. Очень часто тема дипломного проекта выбиралась самим студентом, что, естественно, повышало его интерес к работе. После революции одно время существовала тенденция сблизить институтское обучение с практическими приложениями, что привело к узкой специализации, однако эта тенденция постепенно

исчезает, и в настоящее время в большинстве высших технических учебных заведений дипломный проект занимает то же место, что и ранее.

Русские высшие учебные заведения уделяют большое внимание практической работе. В течение четвертого и пятого курсов каждый студент проводит примерно 20 недель на практике, и, так как вся промышленность управляется из Москвы, эта работа может быть организована так, чтобы служить дополнением к специализации студента и дать ему реальную картину отрасли промышленности, связанной с темой его дипломного проекта.

От студентов требуется не только умение применять теорию к решению задач, но также знание основ самой теории и методов вывода формул, используемых при решении задач. Чтобы проверить эти знания, в русских институтах используются устные экзамены в дополнение к письменным. Только таким путем профессор может выяснить понимание студентом основ предмета и его способность выражать свои мысли на правильном научном языке. Система «да-нет» при приеме экзаменов, столь популярная в некоторых американских школах, и американский метод проверки и оценки экзаменационных листов в отсутствие студента, в России не практикуется. Единственное преимущество таких методов состоит в том, что они требуют минимального времени и усилий со стороны преподавателя [13].

Для подготовки инженеров-исследователей в Америке делается очень мало. Существует несколько инженерных школ, в которых эта подготовка ведется на последипломной ступени, но число студентов, принимающих участие в этой подготовке, мало по сравнению с числом таких студентов в России. Для такой неблагоприятной ситуации имеется несколько причин. Часто американские школы не имеют ресурсов для того, чтобы обеспечить научным работникам возможность целиком посвятить себя научно-исследовательской работе и руководить молодыми научными сотрудниками.

Научная работа обычно финансируется некоторыми государственными учреждениями или частными предприятиями, и научный работник должен найти предмет для своих исследований таким образом, чтобы он представлял интерес для этого учреждения или отрасли промышленности.

Такой порядок не способствует непрерывности работы и стабильности положения ученого. Другая и, возможно, более важная причина заключается в недостаточном интересе американских инженеров к научной деятельности и в малом числе квалифицированных людей для руководства научной работой. В тех инженерных школах, где развиваются научные исследования в области современной механики, большинство преподавателей, которые руководят выпускниками, являются людьми с европейским образованием.

Академическая и научная деятельность не имеет в Америке того престижа, что в Европе, и лучшие молодые таланты обычно не выбирают для себя научной карьеры. Возможно, эта ситуация может быть исправлена путем развития усиленной подготовки по математике и естественным наукам в средней школе и интенсификации фундаментальной подготовки в университетах. Нет сомнения, что будущее инженерного дела неизбежно станет все более и более тесно связано с развитием чистой науки.

Во время революции все ученые степени были ликвидированы, но в 1930-е годы они были восстановлены, а именно – были утверждены две степени: кандидат и доктор наук. Для получения кандидатской степени требуется трехлетняя работа и представление диссертации. Докторская степень присуждается только тем, кто уже имеет кандидатскую степень, и при этом требуется представление докторской диссертации.

Сравнивая уровень подготовки квалификационных работ в русских и американских высших учебных заведениях, мы приходим к заключению, что кандидатская степень в России может считаться эквивалентной степени доктора философии в США. Русская

докторская степень, естественно, выше, чем наша степень доктора философии. Требование о том, чтобы будущие профессора имели эту высокую степень, имеет в условиях России очень важное значение, так как высшие технические учебные заведения предназначены там не только для учебных целей, но и для будущего развития инженерных наук. Часы, которые профессор проводит со студентами, очень ограничены, что позволяет ему выделить достаточно времени для занятия научной работой [13].

Вспоминая годы Второй мировой войны, С.П. Тимошенко снова констатирует, что «война ясно показала всю отсталость Америки в деле организации инженерного образования». И только энергичные действия правительства США, выделившего средства для расширения исследовательской деятельности, подготовки докторов в области технических наук, развитие STEM-образование в последующие годы позволили исправить эту ситуацию. Через полтора десятка лет после поездки в СССР ученый писал: «Обдумывая причину наших достижений в Америке, я прихожу к заключению, что немалую долю в этом деле сыграло образование, которое нам дали русские высшие инженерные школы» [21].

STEM (S – наука (science), T – технологии (technology), E – инженерное дело (engineering), M – математика (mathematics)) – термин, используемый в США и других западных странах для обозначения естественнонаучной и технической областей знания.

Активное развитие STEM-образования в США началось только после запуска советского спутника в 1957 году, известие, о запуске которого, в Америке вызвало шок и резкий подъем интереса к советской науке. В настоящее время в технологически развитых странах мира разработаны образовательные стратегии, предполагающие развитие STEM-образования и включающие различные специализированные программы для разных уровней образования, начиная с дошкольного. США, Великобритания, Китай, Австралия, Корея, Тайвань работают над разработкой учебной программы под названием K-12 STEM (образование от детского сада

до 12 класса школы), спроектированной как набор интегративных междисциплинарных подходов к каждой из STEM-дисциплин [22, 23]. Организация STEM-образования в США и Великобритании имеет много общего, но отличается в деталях. Анализ опыта развития STEM-образования в США и Великобритании, возникающих проблем и намеченных путей их решения, важно учесть при разработке стратегии развития инженерного образования в России.

## **2.2. Анализ опыта США в развитии STEM-образования**

Проблемами подготовки STEM-кадров в США занимаются на различных уровнях, в том числе федеральном. В соответствии с Законом «О координации действий в области STEM-образования» (STEM Education Coordination Act of 2009) создан Комитет при Научно-Технологическом Совете (National Science and Technology Council) для координации федеральных программ и мероприятий в области поддержки STEM-образования (далее – Комитет), в числе которых программы Департамента энергетики, STEM-программы NASA, программы Национальной администрации океанических и атмосферных исследований, программы Департамента образования и других федеральных агентств. К полномочиям Комитета относятся [24]:

- координация действий федеральных агентств в сфере STEM-образования;
- разработка, внедрение и обновление каждые 5 лет политики в области STEM-образования (краткосрочные и долгосрочные цели, определение единых методов измерения достигнутых результатов и т. д.);
- подходы к оценке эффективности программ и мероприятий, а также влияние конкретных агентств на программы и мероприятия, предназначенные для достижения перечисленных целей;
- создание и обновление списка федеральных программ в области STEM-образования, ведение документации по оценке эффективности подобных программ и мероприятий.

Комиссия по науке, инженерному делу и общественной политике Академии наук США также разработала список мероприятий, необходимых для развития STEM-образования. Наиболее важные из них предусматривают:

- увеличение потенциала обучающихся за счет повышения качества дошкольного и школьного математического образования в рамках программы K-12;

- повышение квалификации учителей с помощью их дополнительного обучения в области математики и технологий;

- увеличение потока абитуриентов, подготовленных к поступлению в колледжи и вузы для получения STEM-образования.

В США существуют и негосударственные организации, координирующие деятельность, связанную со STEM, например, Объединение в области STEM-образования (STEM Education Coalition). Это объединение включает в себя более тысячи организаций. Оно ставит перед собой задачу обеспечения качественного STEM-образования на всех этапах образовательного процесса, начиная от детского сада и обеспечивая возможность получения образования в течение всей жизни. Отмечается, что на каждом этапе образовательного процесса делается важный вклад в конечный результат – в качество STEM-подготовки. Например, если ребенка обучить основам математики к 5 годам, то он с большей вероятностью получит доступ к высшему образованию и другим формам профессионального развития [24].

STEM Education Coalition рекомендует обеспечить:

- учет успеваемости студентов в области STEM-образования;
- поддержку эффективного профессионального развития и подготовки STEM-педагогов;

- увеличение потенциала STEM-кадров, в том числе за счет привлечения в сферу STEM-образования малочисленных в этой области групп людей (женщины, представители национальных меньшинств, жители провинции и т. д.);

– стимулирование талантливых и эффективных STEM-педагогов;

– совместные межгосударственные усилия, направленные на стимулирование деятельности высококлассных образовательных организаций и реализацию стандартов в STEM-образовании;

– всеобъемлющее использование термина «STEM-образование» в федеральных государственных программах, который не ограничивается только математикой, но также включает в себя инженерные технологии и науки, учитывающие потребности STEM-области;

– использование конкуренции и финансовых механизмов стимулирования в образовательной инновационной деятельности;

– создание программ и учебных планов, предусматривающих аудиторные и внешкольные занятия, совместные учебные и летние программы;

– создание инновационной научно-исследовательской базы в преподавании, обучении и разработке учебных материалов;

– увеличение потенциала колледжей для подготовки студентов к продолжению STEM-образования;

– взаимодействие студентов со STEM-специалистами в рамках стажировок и практик;

– согласованность программы K-12 и высшей школы с учетом потребностей в STEM-кадрах;

– вовлечение представителей бизнеса и промышленности в STEM-образование на разных уровнях [24, 25].

В США особая роль отводится двухлетнему высшему образованию в STEM-области, получаемому в муниципальных колледжах. Связано это с прогнозом, согласно которому в ближайшие годы потребность в выпускниках с дипломами младшего специалиста, будет расти в 2 раза быстрее потребности в специалистах, не получивших образование в колледже.

Эффективность двухлетнего высшего образования обусловлена выполнением следующих условий:

– обеспеченностью научно-педагогического состава методической базой для качественного обучения студентов в сжатые сроки (предложение учебных программ и методик, обеспечение кадрами и т. д.);

– потребностью частного сектора в специалистах в области новых, перспективных технологий (наличие спроса на выпускников);

– подготовкой учащихся, ориентированных на последующее двухлетнее обучение по интенсивным программам университетов;

– мотивацией выпускников колледжей для продолжения образования в сочетании с практическим применением уже полученных знаний и навыков.

В США большое внимание уделяется взаимосвязи школ и университетов. За последние 50 лет были созданы разнообразные способы их взаимодействия (прежде всего речь идет об исследовательских университетах). При проведении оценки заявок на финансирование исследовательских проектов, поступающих от университетов, учитывается наличие в проектах предложений по использованию результатов исследований, направленных на усиление связей с системой К-12 (так называемый критерий «эффект охвата» от англ. «outreach effect»).

В рамках Национальной нанотехнологической инициативы выбраны шесть ведущих исследовательских университетов для создания Национальных научных центров наноинженерии: при Университете Райс (Rice University), Университете Корнуэлл (Cornell University), Колумбийском университете (Columbia University), Гарвардском университете (Harvard University), Северо-Западном университете (Northwestern University) и Политехническом университете Ренсселера (Rensselaer Polytechnic Institute). Эти вузы устанавливают связи со школами, помогая им вводить в образовательный цикл новые STEM-дисциплины, готовя талантливых школьников для продолжения образования в университете с целью дальнейшей научно-исследовательской работы. Школьникам дается возможность изучать физику, химию, основы наноинженерии, в том

числе в форме электронного обучения, знакомиться с лабораторными исследованиями университетов.

В рамках этой работы взаимодействуют несколько категорий участников:

- ученые-исследователи, которым зачастую непросто разработать материалы, доступные для понимания школьников;

- факультеты университетов, отвечающие за организацию инновационных методов обучения школьников;

- школы, обеспечивающие сбалансированное обучение всем необходимым дисциплинам в сочетании с дополнительными предметами по нанотехнологиям.

Национальное нанотехнологическое управление (National Nanotechnology Coordinating Office – NNCO) и NSEC работают с учетом следующих рекомендаций:

- Усиление взаимодействия с лицами, ответственными за разработку новых национальных стандартов учебных планов школ с учетом STEM-дисциплин, и оказание содействия на общенациональном уровне.

- Разработка стандартов в области нанотехнологий для использования их при разработке новых учебных планов системы К-12. Распространение этих стандартов между шестью университетскими центрами для обеспечения их работы в рамках единой логики при одновременном сохранении творческого разнообразия, присущего каждому из университетов.

- Разработка курсов по нанодисциплинам для учителей системы К-12 и для школьников.

- Представление разработанных стандартов и курсов финансирующим организациям и органам государственной власти.

- Работа с департаментами подготовки школьных учителей и соответствующими структурами университетов с целью подготовки квалифицированных учителей системы К-12.

Эти меры позволяют увеличить эффективность деятельности исследовательских университетов и школ: раньше и больше

привлекать молодежь к исследовательской работе в ключе потребностей новой экономики, активно вовлекать корпорации и государственные исследовательские структуры в процессы наращивания фундаментально-прикладных работ в сфере новейших инновационных технологий.

Школы и университеты США предлагают разнообразные формы и методы сотрудничества в области STEM-образования: активно работают Ассоциации школьных правлений, Ассоциации школьных комитетов, регулярно организующие конференции, в рамках которых обсуждаются актуальные вопросы STEM-образования, например:

- поддержание высокого качества учебных планов;
- разработка и реализация учебных программ на нескольких языках;
- развитие программ академических и научных достижений;
- включение внеклассного обучения в расписание средних и старших классов;
- выполнение стандартов технологического оснащения обучения.

NSEC совместно с университетами обеспечивает реализацию различных форм взаимодействия со школами. Программы университетов предусматривает разные направления деятельности. Например, в Гарварде каждую пятницу 30-40 школьников и 3-4 учителя в течение одного дня обучаются по программе, похожей на студенческую (с лекциями, обедом, послеобеденными лекциями, лабораторными работами и семинарами). В программах, позволяющих школьникам знакомиться с университетской жизнью еще в школе, задействованы преподаватели и студенты университета. Наряду с этим при университете действует программа переподготовки учителей, в рамках которой учителя работают вместе с профессорами и аспирантами университета над научными проектами. Это программа рассчитана на 4-6 летних недель, а появившиеся контакты и связи поддерживаются и дальше в течение учебного года. Помимо этого, студенты-старшекурсники приходят в школы и работают с учителями,

а учителя, в свою очередь, приводят старшеклассников в лаборатории Гарварда, например, в те, где есть современные микроскопы для нанопрезентаций и опытов. Для школьников организуются курсы лекций. Ведущие преподаватели помогают школьникам выбрать тему научных исследований и развиваться в этом направлении уже со школьной скамьи.

В Музее наук г. Бостона работает служба вопросов-ответов, есть возможность получить копии лучших лекций по Интернету.

В Колумбийском университете (Columbia University) существует двухлетняя программа подготовки учителей (в летнее время и в течение учебного года), программы научной ориентацией школьников, в которых задействованы аспиранты и старшекурсники.

В Университете Северо-Запада (Northwestern University) реализуется программа привлечения людей разных возрастов к нанотематике. С этой целью реализуются следующие долгосрочные проекты:

- программа исследований для учителей (совместно с другими вузами США), рассчитанная на двухлетнее обучение с использованием летних месяцев;

- сотрудничество с Музеем науки и промышленности г. Чикаго, предполагающее использование специальной экспозиции с чтением лекций и консультациями;

- программы для старшеклассников (исследовательские, летние девятинедельные);

- модульная программа, рассчитанная на профессиональную ориентацию старшеклассников и отличающаяся прикладными аспектами подготовки специалистов.

Другие университеты также предлагают курсы для системы К-12, в частности, в области нано- и биоинженерии. Предполагается, что знания в области нанотехнологий вскоре будут также важны, как сейчас знания о полимерных материалах. Подобные курсы рассчитаны на 2-3 года, и, в итоге, к окончанию школы учащиеся получают системные знания и значительный опыт в проведении исследований [24].

В США подготовлен специальный отчет о развитии STEM-образования «Обучение и мотивация: система STEM-образования с детского сада до окончания школы (K-12)» [22]. Главным институциональным новшеством является рекомендация по развитию математических школ. На сегодняшний день в США примерно 100 математических школ. Практика показывает, что эти школы являются мощным средством подготовки выпускников с глубокими знаниями и большим интересом к точным наукам, что дает возможность пройти обучение в колледжах и получить специальность в разных областях науки на более высоком уровне. Развитие математических школ является направлением, доказавшим свою эффективность в подготовке ученых и инженеров.

В связи с этим Конгрессу США было рекомендовано ежегодно в течение пяти лет инвестировать 180 млн. долларов в создание и развитие таких специализированных школ, причем в формировании этих средств должны быть задействованы штаты, муниципальные школьные округа, а также местная промышленность [25].

### **2.3. Анализ опыта Великобритании в развитии STEM-образования**

В Великобритании, в отличие от США, отсутствует централизованная государственная координация в сфере STEM-образования. Тем не менее, можно выделить две ключевые организации, которые осуществляют координацию в области развития STEM-образования, хотя взаимодействие с ними является добровольным. Одна из этих организаций – STEMNET – является крупнейшим координатором взаимодействия в рамках STEM-деятельности в Великобритании. Она обеспечивает реализацию трех основных национальных школьных программ [26]:

– STEM Ambassadors: создание сети из более чем 27 000 участников, которые на добровольных началах находят время для поддержки и продвижения STEM-предметов (возраст людей варьирует от 18 до 70 лет, при этом почти 60 % из них моложе 35 лет).

– STEM Clubs Programme: обеспечение поддержки школам, направленной на создание и организацию математических секций и кружков.

– Schools STEM Advisory Network: обеспечение консультаций и взаимодействия, направленных на увеличение STEM-дисциплин в учебных планах школ.

Вторая организация – EngineeringUK – обеспечивает реализацию Программы инженеров будущего за счет поддержки ряда организаций, в том числе Королевской инженерной академии. Программа инженеров будущего направлена на координацию деятельности, способствующей инженерной карьере студентов. Основной упор делается на прямое взаимодействие с работодателями, при этом EngineeringUK также работает с другими организациями, такими как Smallpiece Trust, EDT и Young Engineers.

В Великобритании существует несколько путей профессионального развития в STEM-области [23]. Первая категория студентов выбирает академический путь, получая высшее образование, например, степень бакалавра. Вторая категория студентов предпочитают практико-ориентированный путь, обучаясь по очной форме в учебном заведении, которое обеспечивает прикладной подход к обучению. Третья категория студентов обучается во время работы.

Различные способы вхождения молодых специалистов в STEM-область позволяют принимать решения и осуществлять выбор инженерных профессий, соответствующих их потребностям в обучении [26]. Однако существует ряд проблем, рассмотренных ниже:

#### *1. Ранняя специализация.*

Одной из ключевых особенностей образования в Великобритании является ранняя специализация. Учащиеся уже в 14 лет обязаны принять решение о том, по каким предметам сдавать экзамены для получения сертификата о среднем образовании и для выбора профессиональной квалификации. Проблема состоит в том, что некоторые школы для получения более высоких результатов

ориентируют учащихся на очень узкий перечень предметов. В результате студенты могут упустить возможность изучить разделы и темы, которые позволят им в будущем развиваться в инженерных областях. В 16 лет учащиеся принимают окончательное решение по перечню предметов, которые заложат базу для их выбора профессии, будущего профессионального роста и карьеры. Во многих случаях выбор гуманитарных наук ограничивает в будущем возможность реализации себя в STEM-области. Это особенно актуально в инженерных и физических науках, где изучение математики и физики до 18 лет становится предпосылкой для получения в будущем университетского диплома.

В 2014 году Королевское общество изложило свое видение системы образования, предложив, чтобы все учащиеся изучали математику и точные науки до 18 лет, делая акцент на разработке новых курсов в STEM-области для учащихся старше 16 лет в целях привлечения учащихся, изучающих гуманитарные науки, обеспечив тем самым меняющиеся потребности работодателей.

### *2. Низкий статус неакадемических путей построения карьеры.*

В Великобритании сформировался общественный стереотип о том, что профессиональные траектории обучения менее ценны, нежели академические, что привело к снижению статуса технических специалистов в целом ряде отраслей промышленности, неизбежности старения рабочих кадров, ожидаемой нехватки специалистов в будущем и отсутствию инвестиций в образование.

Для решения этой проблемы делается ставка на создание новых программ обучения, предусматривающих ориентацию учащихся на подготовку к получению высшего и послевузовского образования. При этом важно, чтобы количество учащихся не привело к снижению качества их подготовки.

### *3. Система оценки деятельности школ и колледжей.*

На разных этапах обучения от учащихся требуют достаточно высоких оценок. Если учащиеся не показывают на выпускных экзаменах результатов нужного уровня, это негативно отражается на показателях деятельности образовательной организации, что влечет за

собой сокращение финансирования школы или колледжа. Поэтому наряду с отсутствием стимулов есть множество сдерживающих факторов для школ и колледжей в продвижении и развитии STEM-дисциплин, несмотря на высокий спрос со стороны работодателей и правительства на квалифицированные инженерные кадры.

В отчете Королевской инженерной академии за 2016 год [26] выделяются следующие задачи по развитию STEM-образования в Великобритании:

*1. Формирование общественного мнения об инженерном образовании.*

Несмотря на то, что предпринимаются попытки поднять статус STEM-образования в глазах молодежи, мало что делается для изменения общественного мнения о технических и инженерных профессиях в национальных масштабах. А это крайне важно, поскольку мнение общества, особенно родителей, близких родственников и учителей оказывает большое влияние на молодых людей. Политики и общественные деятели также играют важную роль в формировании общественного мнения. Для решения этой проблемы в Королевской инженерной академии начали работу над реализацией национальной кампании по позиционированию инженерного образования в общественном сознании и улучшению отношения молодых людей к инженерной карьере.

*2. Поддержка учителей и преподавателей в STEM-области.*

Влияние учителей и преподавателей на ситуацию в STEM-области часто недооценивают, тем не менее, они каждый год взаимодействуют с сотнями школьников и студентов, в результате чего способны напрямую влиять на образование в школе и вузе, а, значит, и на систему образования в целом.

*3. Поддержка STEM в начальной школе.*

Отношение детей к STEM-предметам формируется еще в начальной школе. При этом, как правило, усилия школ сосредоточены на учащихся средних и старших классов, так как именно в этот момент принимаются решения, связанные с дальнейшей профессиональной

деятельностью. Начальные же школы имеют меньшее количество преподавателей, имеющих специальные знания в STEM-области, поэтому именно в начальной школе существует необходимость развивать у детей интерес и закладывать основу для изучения STEM-предметов в будущем.

*4. Совершенствование преподавания и обучения в области дополнительного образования.*

Важное место отводится преподаванию и обучению STEM-дисциплинам в рамках дополнительного образования, которое вносит значительный вклад в развитие STEM-области в целом. При этом на протяжении многих лет этот образовательный сектор имеет значительное недофинансирование по сравнению со школами и колледжами, что заметно влияет на качество дополнительного образования и на его способность соответствовать темпам изменений в STEM-отрасли. В связи с этим существует значительная потребность в развитии и совершенствовании преподавания STEM-дисциплин в рамках дополнительного образования.

*5. Расширение доступа к STEM-образованию для групп людей, мало представленных в STEM-области (женщины, лица с ограниченными возможностями, национальные меньшинства).*

Существует целый ряд программ, направленных на поддержку и поощрение обучения девочек в STEM-областях. Также в дополнительной поддержке нуждаются студенты с ограниченными возможностями (каждый шестой человек в Великобритании инвалид той или иной степени), являющиеся источником потенциальных кадров, о котором работодатели часто забывают.

*6. Развитие инновационных методов преподавания и привлечение работодателей к взаимодействию с высшими учебными заведениями.*

Значительное число студентов, которые оканчивают инженерные специальности, в дальнейшем отказываются от инженерной карьеры. Повышение взаимодействия работодателей и вузов позволяет разрабатывать инновационные педагогические

практики, где студенты получают практико-ориентированное образование, что позволяет снизить количество выпускников, выбирающих не инженерную карьеру.

#### *7. Взаимодействие с работодателями.*

Программа «Инженеры будущего» направлена на то, чтобы обеспечить более активное участие работодателей в STEM-образовании.

#### *8. Предоставление более точной информации об инженерной карьере.*

Несмотря на проведение мероприятий в школах и колледжах и деятельность работодателей, в молодежной среде существует значительная неопределенность, связанная с построением успешной инженерной карьеры. Шестнадцатилетним школьникам достаточно сложно принимать решения, определяя дальнейшую специализацию, профессиональные предметы, уровень образования и т. д. Дополнительной проблемой для выпускников становится вопрос трудоустройства после окончания вуза.

В связи с этим существует необходимость формирования системы, позволяющей молодежи получать рекомендации по выбору возможных путей профессионального развития, лучшего понимания ожиданий работодателей, получения опыта работы в промышленной среде, приобретения особых личных качеств и профессиональных навыков.

С целью поддержки и управления методиками преподавания STEM-дисциплин создается единая Интернет-площадка для поиска ресурсов и материалов, необходимых для преподавания, а также для размещения в Интернете информации об Инженерной образовательной исследовательской сети [26].

Таким образом, исходя из анализа международного опыта развития STEM-образования, можно сделать следующие выводы [27, 28]:

а) для России и Великобритании общей является проблема несовершенства системы оценки деятельности школ;

б) наличие в США федерального органа в области поддержки STEM-образования является эффективным механизмом координации всех заинтересованных сторон в развитии этого образования;

в) одной из приоритетных государственных задач является увеличение потенциала обучающихся за счет повышения качества дошкольного и школьного математического образования в рамках программы K-12 STEM (образование от детского сада до 12 класса школы);

г) в Великобритании ведется работа по созданию и запуску национальной кампании по улучшению позиционирования инженерного образования в общественном сознании.

#### **2.4. CDIO как результат развития «русского метода подготовки инженеров»**

Во многом принципы, составляющие основу «русского метода подготовки инженеров» и развитые впоследствии в СССР, были взяты на вооружение в современной концепции совершенствования инженерного образования CDIO («Conceive-Design-Implement-Operate»: «Планировать – Проектировать – Производить – Применять»), предложенной, что символично (см. раздел 2.2), в 2000 году в Массачусетском технологическом институте [29].

Функционирование современной образовательной системы предусматривает использование инструментов, обеспечивающих подготовку квалифицированных специалистов, отвечающих требованиям работодателей и подготовленных к комплексной инженерной деятельности. В США предпосылки к созданию крупного международного проекта по реформированию высшего образования уровня «бакалавриат» в области техники и технологий появились в 1990-е годы в связи с нарастающей неудовлетворенностью работодателей качеством университетского инженерного образования, которое слишком отдалилось от реального производства.

На сегодняшний день этот проект получил широкое распространение и охватил образовательные программы в области техники и технологий по всему миру (более 100 вузов из более 30 стран), в том числе Лидский университет (University of Leeds), Бристольский

университет (University of Bristol), Калифорнийский университет (The University of California), Стенфордский университет (Stanford University), Сиднейский университет (University of Sydney) [30].

Международный проект CDIO Initiative направлен на установление консенсуса между теорией и практикой в инженерном образовании. Основой модернизации базового инженерного образования, согласно концепции CDIO, является подготовка выпускников к комплексной инженерной деятельности, связанной с жизненным циклом технических объектов, систем и технологических процессов, которая включает:

1. Изучение потребностей в продуктах инженерной деятельности и возможностей их удовлетворения. Планирование производства продукции, технических объектов, систем и технологических процессов, применение проектного менеджмента (Conceive).

2. Проектирование продуктов инженерной деятельности на дисциплинарной и междисциплинарной основе (Design).

3. Производство продуктов инженерной деятельности, в том числе аппаратуры и программного обеспечения, их интеграция, а также проверка, испытание и сертификация продукции (Implement).

4. Применение продуктов инженерной деятельности, управление их жизненным циклом и утилизация (Operate).

Принятие концепции CDIO позволяет выработать комплексный подход к подготовке выпускников бакалавриата по техническим направлениям к ведению инженерной деятельности на всех этапах жизненного цикла технической и технологической продукции.

Согласно концепции CDIO, модернизация базового инженерного образования заключается в подготовке выпускников к комплексной инженерной деятельности. Такая подготовка предусматривает изучение потребностей рынка в продуктах инженерной деятельности и поиск возможностей для их удовлетворения, планирования производства продукции, проектного менеджмента и т. д.

В России в проект вовлечено около 10 вузов, в том числе СПбПУ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ТПУ и т. д. С начала 2013 года к работе по

содействию ускоренному внедрению стандартов CDIO в российскую образовательную систему приступило Агентство стратегических инициатив [30-32, 37-39].

Проект ориентирован на обучение студентов, в основе которого лежит освоение инженерной деятельности в соответствии с моделью «планировать – проектировать – производить – применять», и применим к реальным системам, процессам и продуктам на международном рынке. Таким образом, CDIO предполагает усиление практической направленности обучения, а также введение системы проблемного и проектного обучения.

Инициатива CDIO имеет целью обучение студентов, способных:

1. Овладеть глубокими техническими знаниями.
2. Руководить процессом создания и эксплуатации новых продуктов и систем.
3. Понимать важность и последствия воздействия научного и технологического прогресса на общество.

В рамках инициативы CDIO созданы инструменты, которые могут быть адаптированы и внедрены в образовательную деятельность с учетом специфики конкретных образовательных программ. Эти инструменты предназначены для разработки образовательных программ, включающих взаимосвязанные дисциплины, где обучение предполагает овладение навыками создания продуктов, процессов и систем, межличностного общения и развития личностных качеств. В процессе обучения студенты получают богатый опыт ведения проектно-конструкторской и экспериментальной деятельности как в аудиториях, так и в современных учебных лабораториях. Одним из таких инструментов являются 12 стандартов CDIO, в которых раскрывается:

- философия программы (Стандарт 1);
- разработка учебных планов (Стандарты 2, 3 и 4);
- реализация проектной деятельности и требования к рабочему пространству (Стандарты 5 и 6);
- методы преподавания и обучения (Стандарты 7 и 8);
- повышение квалификации преподавателей (Стандарты 9 и 10);

– оценка результатов обучения и программы в целом (Стандарты 11 и 12).

Стандарты CDIO содержат материалы, прямо или косвенно относящиеся к теме междисциплинарности в инженерном образовании [33]. Как известно, инициатива CDIO предполагает такую организацию преподавания инженерных программ, чтобы их выпускники могли продемонстрировать не только глубокие теоретические и практические знания технических основ своей инженерной профессии, но и умение создавать и эксплуатировать новые продукты, процессы и системы, востребованные рынком, понимая при этом важность и стратегическое значения научно-технического развития общества.

Стандарты CDIO как методический ресурс предназначены для создания условий для формирования таких инженерных образовательных программ, включающих взаимосвязанные дисциплины, в рамках которых обучение предполагает овладение навыками создания продуктов, процессов и систем, профессионального межличностного общения и развития личностных качеств будущих инженеров, что, очевидно, требует существенной междисциплинарности в учебном процессе [30].

Стандарт 1. Утверждает, что создание и развитие продуктов и систем на протяжении всего их жизненного цикла «задумка – проектирование – реализация – управление» является общим контекстом развития инженерного образования.

Стандарт 2. Говорит о том, что необходимо четкое, подробное описание приобретенных личностных, межличностных и профессиональных компетенций в создании продуктов и систем, соответствующих установленным целям программы и одобренных всеми участниками программы.

Стандарт 3. Требуется, чтобы учебный план включал в себя взаимодополняющие учебные дисциплины и был нацелен на интегрирование в преподавании личностных, межличностных компетенции, а также компетенций создавать продукты и системы.

Стандарт 4. Предполагает наличие вводного курса, который бы закладывал основы инженерной практики в области создания продуктов и систем и был нацелен на обучение основным личностным и межличностным компетенциям.

Стандарт 5. Нацеливает на то, чтобы в процессе обучения студент участвовал как минимум в двух учебно-практических заданиях по проектированию и созданию изделий, одно из которых он бы выполнял на начальном уровне, а второе – на продвинутом уровне.

Стандарт 6. Связан с учебными помещениями, в которых была бы возможна организация практического подхода к обучению навыкам проектирования и создания продуктов и систем, передача дисциплинарных знаний, а также организация социального обучения.

Стандарт 7. Обязывает, чтобы учебные задания носили интегрированный характер. Выполняя их, студенты должны усваивать не только дисциплинарные знания, но также осваивать личностные, межличностные компетенции и приобретать умения создавать и проектировать новые продукты и системы.

Стандарт 8. Говорит о необходимости организации обучения, основанного на активном практическом подходе.

Стандарт 9 и 10. Требуют от профессорско-преподавательского состава повышения их педагогических способностей и компетентности в навыках CDIO.

Стандарт 11. Предполагает, что будет разработана система оценки успеваемости студентов в процессе усвоения дисциплинарных знаний, освоения личностных, межличностных компетенций, а также система оценки способности студента создавать новые продукты и системы.

Стандарт 12. Связан с оценкой образовательной программы всеми ключевыми субъектами: студентами, преподавателями, представителями бизнес-сообществ и другими субъектами – с целью непрерывного совершенствования образовательного процесса [35, 36].

Таким образом, приведенные выше 12 стандартов CDIO определяют философию программ подготовки бакалавров к комплексной инженерной деятельности, задают требования к формированию учебного плана, образовательной среде, методам

обучения, преподавателям, методам оценки результатов обучения студентов и разработке учебной программы (рис. 4) [34].



Рис. 4. Модель разработки учебной программы в соответствии с концепцией CDIO

Для каждого стандарта CDIO имеется его описание, логическое обоснование и доказательства, содержащие примеры документирования фактов, демонстрирующих уровень соответствия программы тому или иному стандарту. Это позволяет разработчикам образовательных программ подготовки бакалавров в области техники и технологий в университетах произвести сравнительный анализ соответствия программ международным требованиям стандартов CDIO и при необходимости осуществить их модернизацию. Следует также заметить, что многие зарубежные университеты используют CDIO Syllabus и стандарты CDIO для проведения самооценки образовательных программ [30].

Компетенции бакалавров в области техники и технологий, которые планируется сформировать в результате освоения

образовательных программ, определяются CDIO Syllabus и классифицируются по четырем основным разделам:

1. Дисциплинарные знания и основы.
2. Профессиональные компетенции и личностные качества.
3. Межличностные умения: работа в команде и коммуникации.
4. Планирование, проектирование, производство и применение продукции (систем) в контексте предприятия, общества и окружающей среды.

Высокая степень детализации результатов обучения, изложенных в CDIO Syllabus, делает их более понятными и удобными для использования разработчиками основных образовательных программ (ООП), создаваемых с учетом содержания примерных основных образовательных программ [40]. Результаты обучения по образовательной программе в целом являются исходными данными для определения результатов обучения по каждому модулю (дисциплине) ООП, что позволяет последовательно и эффективно реализовывать компетентностный подход при разработке, реализации и оценке качества образовательных программ.

Важно отметить, что CDIO Syllabus, аккумулирующий опыт ведущих зарубежных технических университетов, не является «конечным продуктом» в определении перечня компетенций выпускников. Он представляет собой структуру декомпозиции компетенций на знания, умения и владение опытом, которые могут быть творчески усовершенствованы и дополнены разработчиками конкретной образовательной программы в конкретном вузе как в сторону расширения на любом уровне, так и в сторону углубления и детализации [31, 36-38].

Сравнив приведенное выше описание идеологии и стандартов CDIO Initiative с разработанным во второй половине 19 века в ИМТУ «русским методом подготовки инженеров», можно ясно увидеть их «генетическую» связь. Так как «русский метод подготовки инженеров» повсеместно использовался в советских инженерных вузах, то CDIO Initiative имеет в современной России исторические основания для активного использования и развития.

### **3. «КАНДИДАТ ИНЖЕНЕРИИ» – УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ, ВОСТРЕБОВАННАЯ ВРЕМЕНЕМ?**

#### **3.1. Кадры высшей квалификации для цифровой экономики**

В послании Президента России Федеральному собранию Российской Федерации 2016 года В.В. Путин отмечает: «Для выхода на новый уровень развития экономики, социальных отраслей нам нужны собственные передовые разработки и научные решения. Необходимо сосредоточиться на направлениях, где накапливается мощный технологический потенциал будущего, а это цифровые, другие, так называемые сквозные технологии, которые сегодня определяют облик всех сфер жизни. Страны, которые смогут их генерировать, будут иметь долгосрочное преимущество, возможность получать громадную технологическую ренту. Те, кто этого не сделает, окажутся в зависимом, уязвимом положении...

Предлагаю запустить масштабную системную программу развития экономики нового технологического поколения, так называемой цифровой экономики. В ее реализации будем опираться именно на российские компании, научные, исследовательские и инжиниринговые центры страны» [41].

Выполнение программы развития экономики нового технологического поколения, цифровой экономики невозможно без инженерных кадров, способных в кратчайшие сроки создавать технику и технологии мирового уровня.

На заседании Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию 23 июня 2014 года отмечалось, что «...мы должны развивать кроме подготовки инженеров по эксплуатации высокотехнологичного оборудования, а также традиционных инженеров (конструкторов, технологов, расчетчиков, программистов, экономистов и т. д.) подготовку инженеров качественно нового типа: инженеров-исследователей и разработчиков – так называемый инженерно-технологический спецназ – элитных инженеров, владеющих технологиями мирового уровня, например, технологиями

суперкомпьютерного инжиниринга, передовыми производственными технологиями; инженеров-исследователей, способных решать, казалось бы, нерешаемые задачи и обеспечивать инновационные прорывы в высокотехнологичных отраслях...» [42].

Очевидно, что подготовка специалистов такого уровня требует особой организации учебного процесса, использование всех возможностей, которые предусматривает Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании». То, что подготовку научно-педагогических кадров в аспирантуре федеральный закон отнес к третьему уровню высшего образования, дает дополнительные возможности в подготовке инженеров высшей квалификации для экономики нового технологического уклада. Для реализации этих возможностей всем заинтересованным сторонам, в том числе Координационному совету по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки», необходимо провести большую работу.

Сейчас в профессиональном сообществе идут поиски наиболее оптимальных форм подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и реформирования государственной системы научной аттестации [43–49]. Несколько лет назад высказывались предложения, что необходимо отказаться от российской системы присуждения ученых степеней: отказаться от ученой степени доктора наук, диплома кандидата наук государственного образца и ввести диплом PhD. Дискуссия эта продолжается до сих пор. Например, полгода назад, 13 декабря 2016 года Комитет Государственной Думы Федерального Собрания РФ по образованию и науке провел круглый стол на тему «Подготовка научно-педагогических кадров: проблемы и пути совершенствования». В материалах круглого стола содержится рекомендация Комитету Государственной Думы Федерального Собрания РФ по образованию и науке проработать вопросы подготовки научно-педагогических кадров, касающиеся сохранения двухступенной системы ученых степеней в Российской Федерации или перехода на одностепенную систему [50].

В декабре 2016 года Президент России В.В. Путин во время посещения ООО «Этерно» (Челябинская область) сказал, что *«...мы не должны забыть или утратить все позитивное, что было создано в системе образования в прошлом. А у нас такая положительная практика была, она действительно многое дала нашей науке и реальному производству»* [8].

К «нашей положительной практике» можно отнести систему подготовки и аттестации научно-педагогических кадров, которую необходимо не только сохранять, но и развивать. Развивать в том направлении, которое в свое время обозначил С.П. Королев: *«Когда мы создаем ракеты, то у нас физики и математики – теоретики, которые считают траекторию, а есть люди, которые потом превращают все это в железо, создают предприятия, строящие ракетные комплексы. Вот им некогда заниматься чистой наукой, они внедряют научные достижения»* [51]. Сейчас, в контексте развития цифровой экономики, слова Сергея Павловича так же актуальны, как и при реализации атомного проекта и космической программы СССР. При этом система подготовки и аттестации научно-педагогических кадров в России может быть органично дополнена лучшим мировым опытом.

Примером этого является предоставление Московскому государственному университету имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургскому государственному университету права самостоятельно присуждать ученые степени кандидата и доктора наук, создавать диссертационные советы и определять их полномочия. Следует отметить, что это нововведение не отменяет действующую государственную систему аттестации научно-педагогических кадров.

Постановлением Правительства России от 11 мая 2017 года № 553 утверждено Положение о порядке формирования перечня научных организаций и образовательных организаций высшего образования, которым предоставляется право самостоятельно присуждать ученые степени. Важно отметить, что научным и

образовательным организациям предоставляется возможность выбора воспользоваться этим правом или нет.

Шагом в развитии аспирантуры и государственной системы научной аттестации в России может стать использование опыта применения степеней профессиональных докторов в Великобритании и других странах англосаксонского мира, где профессиональные докторские программы формируют квалификацию, которая, будучи эквивалентной по статусу и сложности решаемых соискателем задач квалификации обладателя PhD, ориентирована на сферу промышленности или бизнеса, а не на академическую сферу.

### **3.2. Зарубежный опыт подготовки профессиональных докторов**

Профессиональная докторская степень интенсивно внедряется в англосаксонском академическом мире в систему образования с конца 80-х – начала 90-х годов XX века, хотя ее история не исчерпывается последними двумя-тремя десятилетиями. Профессиональная докторантура впервые появилась в университете Торонто еще в 1874 году (доктор образования – EdD). В США эта степень была введена в 20-х годах прошедшего столетия. Сегодня профессиональная докторантура широко распространена в США, Канаде и Австралии. При этом наблюдается тенденция роста числа программ профессиональной докторантуры [49].

Необходимость введения профессиональной докторантуры в вышеназванных странах была связана с тем, что значительная часть выпускников PhD трудоустривалась в сферу промышленности или бизнеса, а не в академическую сферу. При этом работодатели были недовольны отсутствием необходимых для них профессиональных компетенций у работников, имеющих научную степень. В результате программа подготовки научных кадров была расширена, включив в себя дисциплины, которые формируют не столько научные или личностные компетенции, сколько профессиональные, необходимые для работы в промышленности или бизнесе.

Проследим историю становления профессиональной докторантуры на примере Великобритании – европейской страны с наиболее богатой историей развития высшего образования.

В конце 70-х годов XX века в Великобритании стала усиливаться критика со стороны представителей промышленности в адрес молодых исследователей, связанная с недостатком профессиональных компетенций. В ответ на это правительство консерваторов во главе с М. Тетчер начало проводить политику сближения двух секторов высшего образования (политехнические институты и университеты). В основу были положены элементы, гарантирующие повышение эффективности высшего образования с точки зрения удовлетворения потребностей экономики, развития фундаментальных исследований, установления более тесных контактов с промышленностью и коммерцией, расширения предпринимательской деятельности высших учебных заведений.

С 1990 года правительство во главе с Дж. Мейджором продолжило шаги по сближению секторов высшего образования. В результате, согласно закону 1992 года «Будущее и высшее образование» (Future and Higher Education Act), была упразднена бинарная система высшего образования (политехнические институты и университеты, причем подготовка научных кадров осуществлялась только в последних), и принята единая модель высшего образования в стране – университеты. В результате реформа системы высшего образования в сторону потребностей рынка профессий привела, во-первых, к увеличению количества университетов, имеющих право присуждать докторские степени (более чем в два раза) и, во-вторых, к появлению альтернативных традиционным докторским программам профессиональных докторов (professional doctorate).

Эти преобразования проводились с целью увеличения конкуренции за студентов и докторантов, а также для увеличения спроса со стороны работодателей на специалистов с более высоким уровнем квалификации. Изменения коснулись и формы подготовки научных кадров. Так, до становления профессиональных докторских

программ большинство докторантов обучались по программе полного рабочего дня без совмещения с каким-либо иным видом деятельности. Однако после установления более тесных контактов с промышленностью все большее количество докторантов стали обучаться заочно. Более того, появилась дистанционная форма подготовки научных кадров [49]. Таким образом, в период с 1979 года по 1998 год система подготовки научных кадров Великобритании характеризовалась изменением форм и содержания образования с целью формирования профессиональных компетенций.

Следующий этап реформ (с 1998 года по настоящее время) связан с подписанием Великобританией Болонской декларации. Так, согласно единым европейским требованиям, система подготовки научных кадров является третьим циклом непрерывного высшего образования. Особенностью является то, что все три цикла высшего образования строго регламентируются национальными системами квалификаций, которые имеют определенные отличия. Так, например, Англия, Уэльс и Северная Ирландия создали Национальную кредитную систему квалификаций (англ. National Qualifications Framework – NQF, 2011 год) для среднего и профессионального образования и Систему квалификаций для высшего образования (англ. Framework for Higher Education Qualifications – FHEQ), где докторское образование является восьмым уровнем системы образования. В Шотландии существует своя система кредитов и квалификаций (англ. Scottish Credit and Qualifications Framework – SCQF), в которой докторское образование имеет 12 уровень [52]. Эти квалификации суммируют научные и личные качества в соответствии с минимальным уровнем достижений для любой степени.

Несмотря на то, что Великобритания является одной из первых стран – участниц Болонского процесса, реформы в стране проводятся чрезвычайно медленно, что очевидно связано с консервативной политикой в системе образования.

Подготовка научных кадров в Великобритании осуществляется в докторских школах (graduate schools) при университетах или

университетских колледжах. Процедура присуждения степеней проводится только в уполномоченных для этого университетах. Ценность и значимость научных исследований определяются экспертами университета, присуждающего эту степень. Поэтому, несмотря на то, что право присуждения научной степени имеют более 100 университетов Великобритании, около половины докторантов обучается в 15 из них: Кембриджский университет (University of Cambridge), Оксфордский университет (University of Oxford), Бирмингем (University of Birmingham), Университетский колледж Лондона (University College London), Имперский колледж Лондона (Imperial College London), Манчестерский университет (The University of Manchester), Шеффилдский университет (University of Sheffield), Ноттингемский университет (The University of Nottingham), Эдинбургский университет (University of Edinburgh), Лидский университет (University of Leeds), Саутгемптонский университет (University of Southampton), Университет Уорик (University of Warwick), Бристольский университет (University of Bristol), Университет Глазго (University of Glasgow) и Ньюкаслский университет (Newcastle University).

Достаточно высокая автономия университетов позволяет устанавливать свои правила приема в докторантуру. В то же время в Положении Агентства по обеспечению качества высшего образования Великобритании (The Quality Assurance Agency for Higher Education – QAA) прописано, что «...учреждения принимают докторантов в университетскую среду, которая обеспечивает обучение и проведение научных исследований высокого уровня». Признаком соответствия университета таким требованиям является выполнение следующих показателей:

- научные достижения университета;
- достаточное количество научных сотрудников и докторантов;
- проведение консультаций профессорами;
- соответствующая учебная и научная база;

– возможность обсуждения со специалистами вопросов, связанных с проводимыми научными исследованиями;

– развитие научно-исследовательских навыков и качеств, которые помогут в построении профессиональной карьеры.

Основными требованиями к поступающим являются: наличие диплома магистра; высокие результаты на предыдущих этапах обучения (бакалавриат / магистратура); успешное прохождение собеседования, как минимум с двумя научными сотрудниками университета; наличие рекомендаций от потенциального научного руководителя [53].

В случае если количество кандидатов превышает число мест для обучения, ученый совет университета формирует рейтинг кандидатов. В связи с этим интересен опыт Лидского университета (University of Leeds), где все кандидаты зачисляются в докторантуру на один год. Далее по результатам первого года обучения принимается решение о целесообразности проведения дальнейших исследований конкретным докторантом. Таким образом, отсев обучающихся после первого года обучения обеспечивает выбор лучших кандидатов.

После пройденных вступительных испытаний докторантов знакомят с научными руководителями, также им предлагается прослушать вводный курс, целью которого является знакомство с университетом и с перечнем тех навыков и умений, которые понадобятся для успешной подготовки диссертации. Вместе с тем, каждого докторанта знакомят с его обязанностями, которые он должен выполнять в течение всего периода обучения. Так, например, в университете Лидс (University of Leeds), докторант обязан:

– утвердить научно-образовательный план у научного руководителя;

– регулярно представлять результаты своей работы в установленной форме и в соответствии с утвержденным графиком;

– утвердить график консультаций с научным руководителем;

– согласовывать с научным руководителем вопросы, связанные с выполнением дополнительной работы в университете;

- выполнять требования по охране труда и технике безопасности;
- соблюдать этические нормы и правила, характерные для профессиональной деятельности;
- посещать научно-образовательные курсы, исследовательские семинары, индивидуальные занятия, необходимость в которых определена научным руководителем.

После зачисления в докторантуру на протяжении первого месяца научный руководитель и докторант определяют индивидуальный план подготовки. Например, специальный практикум по охране здоровья и технике безопасности в области исследования докторанта, занятия по материально-техническому обеспечению (оборудование и расходные материалы), для докторантов-иностранцев – углубленный курс английского языка. Также важным является приобретение общедисциплинарных навыков и умений, владение базовыми методиками для проведения исследований. Безусловно, многое докторант освоит в ходе самостоятельной исследовательской работы, но что-то, например, работа в команде, может потребовать прохождения дополнительных курсов, предоставленных университетом. На основе анализа определяется набор теоретических курсов, которые следует пройти докторанту для формирования необходимых компетенций.

Отличительной особенностью системы подготовки научных кадров в Великобритании является создание и развитие практико-ориентированной модели. Необходимость создания такой модели была вызвана недовольством работодателей, связанным с отсутствием необходимых профессиональных компетенций у работников, имеющих научную степень. В результате программа подготовки научных кадров была расширена, включив в себя дисциплины, которые формируют не только научные или личностные компетенции, но и профессиональные.

В названии профессиональной научной степени отражается направление подготовки, например, доктор педагогических наук (EdD), доктор клинической психологии (DClinPsy) (табл. 1). Согласно

статистике, около 70 % докторантов, обучающихся по практико-ориентированной модели подготовки научных кадров, проводят свои исследования в области технологий и инженерии [54-56]. Конечным результатом работы практико-ориентированной модели подготовки является не только диссертация (которая может быть по объему меньше, чем традиционная), но и практические результаты работы. Например, патенты, опубликованные книги, портфолио работ и т. д.

Таблица 1

**Названия профессиональных научных степеней Великобритании**

Название профессиональной научной степени	Перевод
DBA (Doctor of Business Administration)	Доктор бизнес администрирования
DClinPsy (Doctor of Clinical Psychology)	Доктор клинической психологии
DDS (Doctor of Dental Surgery)	Доктор хирургической стоматологии
EdD (Doctor of Education)	Доктор образования
DEdPsy (Doctor of Educational Psychology)	Доктор психологии образования
DHRes (Doctor of Health Research)	Доктор исследования в области здравоохранения
DMan (Doctor of Management)	Доктор менеджмента
DSc (Doctor of Sciences)	Доктор естественных наук
MD (Doctor of Medicine)	Доктор медицины
DSocSci (Doctor of Social Science)	Доктор социальных наук
DVM (Doctor of Veterinary Medicine)	Доктор ветеринарии
DMus (Doctorate in Music)	Доктор музыки
EngD (Engineering Doctorate)	Доктор инженерии
DClinPsy (Doctor of Clinical Psychology)	Доктор клинической психологии
DProf (Professional Doctorate)	Профессиональный доктор

Внедрение обязательной теоретической подготовки и формирование профессиональных компетенций привели к

необходимости создания при университетах докторских учебных центров или центров подготовки докторов (doctoral training centers – DTC). Изначально DTC были созданы по инициативе Исследовательских советов Великобритании (Research Councils UK – RCUK) с целью повышения потенциала междисциплинарной научно-исследовательской деятельности в области естественных наук. Так, к 2009 году Исследовательский совет инженерии и физических наук (Engineering & Physical Sciences Research Council – EPSRC) способствовал открытию 50 новых DTC. В 2011 году Исследовательский совет экономических и социальных наук (Economic & Social Research Council – ESRC) также профинансировал еще 21 DTC. Обучение в DTC, как правило, осуществляется в группе докторантов, у каждого из которых два или более научных руководителей: основным научным руководителем является представитель университета, а соруководителем – представитель предприятия, где проводится исследование. Зачастую докторанты около 75 % своего времени работают непосредственно на предприятии [52, 54, 57].

В качестве примеров рассмотрим, как реализуются программы подготовки профессиональных докторов в ведущих университетах Великобритании.

На сайте Манчестерского университета (The University of Manchester) содержится информация о том, что степень доктора инженерии появилась в связи с необходимостью подготовки квалифицированных выпускников, ориентированных на бизнес и промышленность.

Программа предусматривает подготовку специалистов в течение 4 лет в области технических или физических наук и ориентирована, в первую очередь, на людей, которые планируют (или уже реализуют) карьеру в промышленности. Каждый научно-исследовательский проект реализуется университетом совместно с организацией-партнером (как правило, промышленным предприятием) и

предназначен для удовлетворения стратегических потребностей бизнеса и промышленности.

Основная цель состоит в том, чтобы обучающиеся по программе инженеры-исследователи получили необходимый опыт на базе организации-партнера, будучи членами команд, работающих над реальными производственными задачами и проектами. Инженерам-исследователям предоставляются услуги по управлению личной и профессиональной подготовкой, повышенная стипендия и т. д. В свою очередь, организация-партнер имеет доступ к новейшим исследованиям, самым современным методам и технологиям, а также возможность подготовки потенциального или уже работающего в компании сотрудника [49, 58].

На сайте Центра «Технологии для устойчивой антропогенной среды» Университета Рединга (University of Reading) содержится информация о программах подготовки докторов инженерии, которые предусматривают четыре года послевузовского обучения инженеров-исследователей, включающего реализацию практико-ориентированных научно-исследовательских проектов, а также курс университетских учебных модулей.

Обучение по программам подготовки докторов инженерии позволяет получить конкурентные преимущества для тех, кто стремится занять ключевые управленческие позиции, в инженерной отрасли. Программа подготовки доктора инженерии кардинально отличается от программы подготовки доктора философии, так как она обладает бóльшим вовлечением в производство и предназначена для решения конкретных инженерных задач в производственных условиях. Активное сотрудничество между инженерами-исследователями и промышленными предприятиями в течение всего обучения позволяет получить важные навыки и опыт работы. Кроме работы над научно-исследовательским проектом, инженер-исследователь, обучающийся по программе EngD, должен освоить дисциплины предметной области, получить навыки управления проектами, консультирования по проектам и т. д.

К перечню формируемых компетенций инженера-исследователя относится:

- умение принимать надежные решения для инженерных систем;
- экспертные знания в определенной технической области;
- навыки управления проектами, планирования и контроля;
- работа в команде и лидерские навыки;
- коммуникационные навыки;
- технические организационные навыки;
- способность применять навыки и знания в новых ситуациях;
- способность к поиску оптимальных путей решения многоплановых технических задач, а также поиск соответствующих источников информации.

Учебные модули включают в себя обязательные и элективные блоки. К обязательным основным блокам относятся:

- строительное моделирование;
- методы исследования;
- сфера бизнеса и анализ требований;
- углеводородная энергия и окружающая среда;
- энергозатраты в строительстве.

К элективным модулям относятся:

- устойчивое проектирование и эксплуатация;
- прикладная информатика;
- бионика;
- строительные системы, архитектура и люди;
- анализ требований сфер бизнеса;
- бизнес-экономика;
- изменение климата;
- экономика строительства;
- управление объектами;
- интегрированная конструкция здания: инженерная разведка здания;
- информационные и коммуникационные технологии;
- принципы управления проектами;

- устойчивая тепло- и электроэнергия;
- устойчивые городские системы;
- системный анализ и проектирование [55].

Докторский учебный центр нейроиформатики и вычислительной неврологии университета Эдинбурга (University of Edinburgh) осуществляет подготовку докторантов в области инженерных и физических наук. Исследования проводятся на стыке информатики и нейротехнологий с целью исследования мозга, как «обработчика информации», создания интеллектуальных роботов, разработки новых методов анализа данных для неврологии и разработки интеллектуальных программных систем. В первый год обучения докторанты обучаются в области неврологии, а также проходят специальные курсы нейроиформатики и вычислительной неврологии. После года теоретической подготовки докторантам предоставляется три года на подготовку и защиту междисциплинарного проекта (диссертации). Контроль осуществляют как минимум два научных руководителя (по направлениям информатики и неврологии) [54].

Программы подготовки докторов инженерии в Сент-Эндрюсском университете (University of St Andrews) предназначены для тех, кто планирует карьеру в промышленности. EngD признается в качестве эквивалента PhD, при этом доктор философии имеет сугубо академическую подготовку, а доктор инженерии решает научно-практические задачи, которые ставятся предприятием [57].

Обучение по программе подготовки доктора инженерии дает следующие преимущества:

- работать в тесном контакте со специалистами-практиками, что позволяет решать реальные задачи для промышленности, бизнеса, правительственных организаций;
- работать с малыми, средними или крупными предприятиями;
- получать исследовательские навыки и опыт профессиональной подготовки;

– приобретать практический опыт в прикладных исследованиях на предприятиях промышленности.

Для зачисления в докторантуру необходимо иметь как минимум степень бакалавра в области вычислительной техники, информатики, математики или инженерии. Предполагается, что кандидат на степень доктора инженерии должен иметь диплом с отличием и степень бакалавра или магистра.

Претенденты на получение степени доктора инженерии могут подать заявление о приеме на соответствующую программу без указания организации-спонсора. Если у кандидата нет спонсора, он должен указать области, с которыми связана его будущая исследовательская работа, на основе чего университет осуществляет поиск спонсора для кандидата среди своих организаций-партнеров.

Как правило, большую часть времени, отведенного на исследование, инженеры-исследователи проводят на базе организации-партнера, финансирующей и координирующей научно-исследовательскую работу докторанта. При этом программы для получения степени EngD предусматривают наличие следующих компонентов обучения (табл. 2):

- научно-исследовательский компонент (RTC);
- индивидуальный исследовательский компонент (IRC);
- подготовка докторской диссертации
- итоговые испытания, защита докторской диссертации.

Научно-исследовательский компонент обучения – это учебный компонент программы, позволяющий докторанту освоить необходимые дисциплины и создать базу для индивидуального исследовательского компонента. Этот компонент предполагает углубленное изучение восьми дисциплин (модулей). При этом с учетом образования и индивидуального опыта докторанта возможно освобождение от некоторых дисциплин (модулей). Решение принимается на основе индивидуального оценивания каждого заявителя.

**Примерный график обучения инженеров-исследователей**

Месяц	Вид деятельности
1-4	Научно-исследовательский компонент (семестр 1)
5-16	Индивидуальный исследовательский компонент (часть 1)
17-21	Научно-исследовательский компонент (семестр 2)
22-44	Индивидуальный исследовательский компонент (часть 2)
45-47	Написание диссертации
48	Защита и устный экзамен

Дисциплины (модули) выбираются в начале каждого семестра после консультации с научным руководителем от университета и руководителем от предприятия. Решение о перечне модулей принимается таким образом, чтобы выбранные модули обеспечивали освоение знаний и получение навыков, необходимых для реализации индивидуального исследовательского компонента.

Спонсором от промышленности выступает организация или компания, которая является базовой площадкой для выполнения научно-исследовательской работы докторанта и обеспечивает финансирование обучения. Как правило, докторанты проводят большую часть времени на территории спонсора, но это во многом зависит от характера проводимого исследования.

Научным руководителем от университета выступают университетские профессора с научными интересами в той или иной области. Потенциального научного руководителя докторанты выбирают, ознакомившись с профилем его исследований и соотнеся его научные интересы со своими. Научный руководитель выступает в

качестве наставника и представителя университета, в котором докторант планирует обучаться.

Каждый индивидуальный исследовательский проект должен в итоге содержать следующую информацию:

- объект исследования;
- цели и задачи исследования;
- планируемые результаты;
- результаты, достигнутые в процессе проведения исследования [57].

Наряду с образовательными организациями подготовкой докторов инженерии в Великобритании занимается Ассоциация докторов инженерии, специализирующаяся на исследованиях в области производства, машиностроения и смежных дисциплин. Она привлекает высококвалифицированных научно-технических работников для участия в реализации программ подготовки докторов инженерии в центры, финансируемые при поддержке британской промышленности.

К целям Ассоциации докторов инженерии, официально начавшей работу в 2012 году, относятся:

- поддержка статуса EngD, включая признание степени доктора инженерии ведущими университетами и промышленностью;
- распространение передового опыта и обеспечение качества степени EngD;
- развитие сотрудничества, ориентированного на проведение более глубоких промышленных исследований;
- выявление и продвижение преимуществ исследований EngD;
- поиск и обеспечение достаточного количества успешных исследований;
- поиск и привлечение высококвалифицированных инженеров-исследователей;
- разработка и продвижение обучающих программ, адаптированных к использованию в процессе исследований и на производстве;

- поощрение активного взаимодействия между университетами и предприятиями;
- содействие развитию сотрудничества между членами Ассоциации;
- создание интерактивной площадки для обмена информацией и передовыми практиками;
- развитие взаимодействия и признание степени EngD на международном уровне [59].

Таким образом, можно сделать вывод, что программа подготовки профессионального доктора кардинально отличается от программы подготовки PhD, так как она обладает бóльшим вовлечением соискателя степени в производство и предназначена для решения конкретных задач в производственных условиях. В большинстве случаев программа подготовки профессиональных докторов реализуется в форме сетевого взаимодействия университета и промышленного предприятия. Кроме работы над диссертацией, обучающийся по программе профессионального доктора должен освоить дисциплины предметной области, получить навыки управления проектами, консультирования по проектам и т. д.

Необходимо отметить, что в Великобритании, как и в России, реализуется двухступенная модель подготовки научных кадров, предусматривающая:

- 1) получение научной степени PhD или профессионального доктора;
- 2) присвоение степени высшего доктората (Higher Doctorate), которую исследователь может получить на основе значительного вклада в науку. Одной из последних тенденций является создание модели подготовки PhD Plus для получения степени высшего доктората (Higher Doctorate), что по многим параметрам является эквивалентом российской докторантуры.

### **3.3. «Кандидат инженерии» – новая ученая степень в России?**

Таким образом, системы подготовки кадров высшей квалификации в России и Великобритании имеют много общего, поэтому опыт профессиональной докторантуры может быть успешно применен и в России.

Впервые в России идея введения института профессиональных докторов прозвучала в 2013 году в выступлении председателя ВАК В.М. Филиппова [60]. Целью предложения В.М. Филиппова было создание альтернативы для госслужащих и бизнесменов и уменьшение их желания получить научную степень. Предлагалось ввести степени, аналогичные DBA (доктор бизнес-администрирования) и DPA (доктор государственного управления).

Как уже было сказано выше, в декабре 2016 года в Комитете Государственной Думы Федерального Собрания РФ по образованию и науке был организован круглый стол на тему «Подготовка научно-педагогических кадров: проблемы и пути совершенствования». Участники обсуждения отмечали, что рынок, на который работает аспирантура, в настоящее время не является исключительно академическим. Немалое число выпускников настроены на то, чтобы применять полученные при обучении в аспирантуре знания в бизнесе, на госслужбе, на производстве, – и это объективная тенденция. В связи с этим звучали предложения разработать дополнительную линейку степеней, подобных зарубежным степеням «Доктор бизнес-администрирования» и «Доктор государственного управления», для тех, кто ориентирован в большей степени на практическую работу, а не на академические исследования. Идея по разработке дополнительной линейки степеней позволит создать новые возможности в подготовке кадров

для экономики нового технологического уклада – цифровой экономики.

В развитие этой идеи предлагается ввести в России степень, аналогичную зарубежной степени, «Доктор инженерии» (Engineering Doctorate). При этом, поскольку в России существует степень доктора наук, нельзя использовать дословный перевод названия степени «Доктор инженерии». В связи с этим целесообразно ввести более корректное для системы российского образования название, например, «Кандидат инженерии» и приравнять обладателя данной степени к кандидату наук.

Введение новой степени позволит работодателям более точно определить, какого работника высшей квалификации выбрать для выполнения конкретного проекта: для научной работы – кандидата наук, для опытно-конструкторской – кандидата инженерии. Соответственно и подготовка этих специалистов должна осуществляться по-разному.

Для успешного использования преимуществ введения новой ученой степени – кандидата инженерии – необходимо не только развитие норм законодательства об образовании, науке и научно-технической политике, но и законодательства о труде. Этот вопрос рассматривался на заседании Координационного совета по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» 23 мая 2017 года, где было принято решение проанализировать ситуацию и подготовить предложения по взаимодействию Координационного совета по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» с Минобрнауки России, Минтрудом России, союзами работодателей и другими заинтересованными организациями с целью введения в России степени кандидата инженерии [2, 3, 62].

## **4. РАЗВИТИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ – ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

### **4.1. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации**

В соответствии со статьей 18.1 Федерального закона от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» постановляю:

1. Утвердить прилагаемую Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации.

2. Правительству Российской Федерации:

утвердить в 3-месячный срок по согласованию с президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию план мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации;

осуществлять контроль за реализацией названной Стратегии.

3. Рекомендовать органам государственной власти субъектов Российской Федерации руководствоваться положениями Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации при осуществлении своей деятельности в этой сфере, предусмотрев внесение необходимых изменений в государственные программы субъектов Российской Федерации.

4. Настоящий Указ вступает в силу со дня его подписания.

Президент Российской Федерации  
В. ПУТИН

Москва, Кремль

1 декабря 2016 года

Утверждена  
Указом Президента  
Российской Федерации  
от 1 декабря 2016 г. № 642

## **СТРАТЕГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

### **I. Общие положения**

1. Настоящей Стратегией определяются цель и основные задачи научно-технологического развития Российской Федерации, устанавливаются принципы, приоритеты, основные направления и меры реализации государственной политики в этой области, а также ожидаемые результаты реализации настоящей Стратегии, обеспечивающие устойчивое, динамичное и сбалансированное развитие Российской Федерации на долгосрочный период.

2. Правовую основу настоящей Стратегии составляют Конституция Российской Федерации, Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», другие федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации.

3. Настоящая Стратегия направлена на научное и технологическое обеспечение реализации задач и национальных приоритетов Российской Федерации, определенных в документах стратегического планирования, разработанных в рамках целеполагания на федеральном уровне.

4. В настоящей Стратегии используются следующие основные понятия:

а) научно-технологическое развитие Российской Федерации – трансформация науки и технологий в ключевой фактор развития России и обеспечения способности страны эффективно отвечать на большие вызовы;

б) большие вызовы – объективно требующая реакции со стороны государства совокупность проблем, угроз и возможностей, сложность

и масштаб которых таковы, что они не могут быть решены, устранены или реализованы исключительно за счет увеличения ресурсов;

в) приоритеты научно-технологического развития Российской Федерации – важнейшие направления научно-технологического развития государства, в рамках которых создаются и используются технологии, реализуются решения, наиболее эффективно отвечающие на большие вызовы, и которые обеспечиваются в первоочередном порядке кадровыми, инфраструктурными, информационными, финансовыми и иными ресурсами;

г) независимость – достижение самостоятельности в критически важных сферах жизнеобеспечения за счет высокой результативности исследований и разработок и практического применения полученных результатов;

д) конкурентоспособность – формирование явных по отношению к другим государствам преимуществ в научно-технологической области и, как следствие, в социальной, культурной, образовательной и экономической областях.

5. Для реализации настоящей Стратегии необходима консолидация усилий федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, научно-образовательного и предпринимательского сообществ, институтов гражданского общества по созданию благоприятных условий для применения достижений науки и технологий в интересах социально-экономического развития России.

6. Научные и образовательные организации, промышленные предприятия, иные организации, непосредственно осуществляющие научную, научно-техническую и инновационную деятельность и использующие результаты такой деятельности, федеральные органы государственной власти, органы государственной власти субъектов Российской Федерации и находящиеся в их распоряжении инструменты должны обеспечивать целостность и единство научно-технологического развития России.

7. Настоящая Стратегия является основой для разработки отраслевых документов стратегического планирования в области научно-технологического развития страны, государственных программ Российской Федерации, государственных программ субъектов Российской Федерации, а также плановых и программно-целевых документов государственных корпораций, государственных компаний и акционерных обществ с государственным участием.

Роль науки и технологий в обеспечении устойчивого будущего нации, в развитии России и определении ее положения в мире

8. Настоящая Стратегия принимается в условиях, когда первенство в исследованиях и разработках, высокий темп освоения новых знаний и создания инновационной продукции являются ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность национальных экономик и эффективность национальных стратегий безопасности.

9. Россия исторически является одной из мировых научных держав: отечественные научная и инженерная школы эффективно решали задачи социально-экономического развития и обеспечения безопасности страны, внесли существенный вклад в накопление человечеством научных знаний и создание передовых технологий. Во многом этому способствовала адекватная времени и структуре экономики система организации исследований и разработок. В Российской империи сосредоточение ученых и инженеров в высшей школе позволяло создавать и накапливать новые знания. В СССР решение масштабных исследовательских и инженерных задач обеспечивалось за счет концентрации ресурсов в системе Академии наук СССР и отраслевых институтах, директивного планирования исследований и разработок, осуществляемого Государственным комитетом Совета Министров СССР по науке и технике и Госпланом СССР.

10. В 1991 году с образованием Российской Федерации и переходом экономики на рыночный путь развития возникла

необходимость заново определить место науки в российском обществе. Государственная научно-техническая политика с 1991 года прошла два значимых этапа:

а) первый этап (1991 - 2001 годы) – этап кризисной оптимизации и адаптации к рыночной экономике, основной стратегической целью которого было сохранение научно-технологического потенциала страны, формирование новых институциональных механизмов поддержки развития науки и технологий, адресное финансирование ведущих научных организаций, создание условий для международной кооперации;

б) второй этап (с начала 2000-х годов и по настоящее время) – этап перехода России к инновационной экономике, который сопровождался существенным увеличением объема финансирования науки.

11. В настоящее время российская наука продолжает играть важную роль в обеспечении безопасности страны и развитии мировой науки. Современный этап характеризуется наличием как конкурентных преимуществ Российской Федерации, так и неразрешенных проблем, препятствующих научно-технологическому развитию страны:

а) имеется значительный потенциал в ряде областей фундаментальных научных исследований, что находит отражение в том числе в рамках совместных международных проектов, включая создание и использование уникальных научных установок класса «мегасайенс». Однако направления исследований и разработок в значительной степени соответствуют направлениям, актуальным для последних десятилетий прошлого века;

б) существует несколько сотен научных и образовательных центров, проводящих исследования и разработки мирового уровня. Вместе с тем наблюдаются значительная дифференциация научных и образовательных организаций по результативности и эффективности работы, концентрация исследовательского потенциала лишь в нескольких регионах страны;

в) с 2004 года примерно на 30 процентов увеличилась численность научных работников в возрасте до 39 лет, заметно выровнялась общая возрастная структура научных кадров. Российские школьники и студенты традиционно оказываются в числе лидеров международных соревнований в области естественных и технических дисциплин, однако не все они реализуют себя в этой области. Это не позволяет преодолеть сложившиеся негативные тенденции в части демографического состояния, квалификации и уровня мобильности российских исследователей: в глобальном рейтинге привлечения талантов Россия находится в шестом десятке стран, выступая в роли донора человеческого капитала для мировой науки;

г) при имеющемся положительном опыте реализации масштабных технологических проектов, в том числе в сфере обеспечения обороны и безопасности государства, сохраняется проблема невосприимчивости экономики и общества к инновациям, что препятствует практическому применению результатов исследований и разработок (доля инновационной продукции в общем выпуске составляет всего 8-9 процентов; инвестиции в нематериальные активы в России в 3-10 раз ниже, чем в ведущих государствах; доля экспорта российской высокотехнологичной продукции в мировом объеме экспорта составляет около 0,4 процента). Практически отсутствует передача знаний и технологий между оборонным и гражданским секторами экономики, что сдерживает развитие и использование технологий двойного назначения;

д) эффективность российских исследовательских организаций существенно ниже, чем в странах-лидерах (Соединенные Штаты Америки, Япония, Республика Корея, Китайская Народная Республика): несмотря на то, что по объему расходов на исследования и разработки (в 2014 году Россия заняла девятое место в мире по объему внутренних затрат на исследования и разработки, четвертое место в мире по объему бюджетных ассигнований на науку гражданского назначения) и численности исследователей Российская

Федерация входит во вторую группу стран-лидеров (страны Европейского союза, Австралия, Республика Сингапур, Республика Чили), по результативности (объему публикаций в высокорейтинговых журналах, количеству выданных международных патентов на результаты исследований и разработок, объему доходов от экспорта технологий и высокотехнологичной продукции) Россия попадает лишь в третью группу стран (ряд стран Восточной Европы и Латинской Америки);

е) слабое взаимодействие сектора исследований и разработок с реальным сектором экономики, разомкнутость инновационного цикла приводят к тому, что государственные инвестиции в человеческий капитал фактически обеспечивают рост конкурентоспособности других экономик, вследствие чего возможности удержания наиболее эффективных ученых, инженеров, предпринимателей, создающих прорывные продукты, существенно сокращаются в сравнении со странами, лидирующими в сфере инноваций;

ж) сохраняется несогласованность приоритетов и инструментов поддержки научно-технологического развития Российской Федерации на национальном, региональном, отраслевом и корпоративном уровнях, что не позволяет сформировать производственные цепочки создания добавленной стоимости высокотехнологичной продукции и услуг, обеспечить наибольший мультипликативный эффект от использования создаваемых технологий.

12. При сохраняющемся потенциале и конкурентных преимуществах российской науки перечисленные в пункте 11 настоящей Стратегии негативные факторы и тенденции создают риски отставания России от стран - мировых технологических лидеров и обесценивания внутренних инвестиций в сферу науки и технологий, снижают независимость и конкурентоспособность России в мире, ставят под угрозу обеспечение национальной безопасности страны. В условиях значительных ограничений других возможностей развития Российской Федерации указанные риски и угрозы становятся

существенным барьером, препятствующим долгосрочному росту благосостояния общества и укреплению суверенитета России.

## II. Стратегические ориентиры и возможности научно-технологического развития Российской Федерации

### Большие вызовы для общества, государства и науки

13. Научно-технологическое развитие Российской Федерации является одним из приоритетов государственной политики и определяется комплексом внешних и внутренних (по отношению к области науки и технологий) факторов, формирующих систему больших вызовов.

14. Большие вызовы создают существенные риски для общества, экономики, системы государственного управления, но одновременно представляют собой важный фактор для появления новых возможностей и перспектив научно-технологического развития Российской Федерации. При этом наука и технологии являются одним из инструментов для ответа на эти вызовы, играя важную роль не только в обеспечении устойчивого развития цивилизации, но и в оценке рисков и возможных опасностей для человечества.

15. Наиболее значимыми с точки зрения научно-технологического развития Российской Федерации большими вызовами являются:

а) исчерпание возможностей экономического роста России, основанного на экстенсивной эксплуатации сырьевых ресурсов, на фоне формирования цифровой экономики и появления ограниченной группы стран-лидеров, обладающих новыми производственными технологиями и ориентированных на использование возобновляемых ресурсов;

б) демографический переход, обусловленный увеличением продолжительности жизни людей, изменением их образа жизни, и связанное с этим старение населения, что в совокупности приводит к новым социальным и медицинским проблемам, в том числе к росту

угроз глобальных пандемий, увеличению риска появления новых и возврата исчезнувших инфекций;

в) возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан;

г) потребность в обеспечении продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отечественной продукции на мировых рынках продовольствия, снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе;

д) качественное изменение характера глобальных и локальных энергетических систем, рост значимости энерговооруженности экономики и наращивание объема выработки и сохранения энергии, ее передачи и использования;

е) новые внешние угрозы национальной безопасности (в том числе военные угрозы, угрозы утраты национальной и культурной идентичности российских граждан), обусловленные ростом международной конкуренции и конфликтности, глобальной и региональной нестабильностью, и усиление их взаимосвязи с внутренними угрозами национальной безопасности;

ж) необходимость эффективного освоения и использования пространства, в том числе путем преодоления диспропорций в социально-экономическом развитии территории страны, а также укрепление позиций России в области экономического, научного и военного освоения космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики.

16. Глобальные изменения в организации научной, научно-технической и инновационной деятельности приводят к возникновению следующих значимых для научно-технологического развития Российской Федерации внутренних факторов:

а) сжатие инновационного цикла: существенно сократилось время между получением новых знаний и созданием технологий, продуктов и услуг, их выходом на рынок;

б) размывание дисциплинарных и отраслевых границ в исследованиях и разработках;

в) резкое увеличение объема научно-технологической информации, возникновение принципиально новых способов работы с ней и изменение форм организации, аппаратных и программных инструментов проведения исследований и разработок;

г) рост требований к квалификации исследователей, международная конкуренция за талантливых высококвалифицированных работников и привлечение их в науку, инженерию, технологическое предпринимательство;

д) возрастание роли международных стандартов, выделение ограниченной группы стран, доминирующих в исследованиях и разработках, и формирование научно-технологической периферии, утрачивающей научную идентичность и являющейся кадровым «донором».

17. Особенности формирования государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации с учетом больших вызовов определяют новую роль науки и технологий как основополагающих элементов решения многих национальных и глобальных проблем, обеспечения возможности прогнозировать происходящие в мире изменения, учитывать внутренние тенденции, ожидания и потребности российского общества, своевременно распознавать новые большие вызовы и эффективно отвечать на них.

18. Своевременной реакцией на большие вызовы должно стать создание технологий, продуктов и услуг, не только отвечающих национальным интересам Российской Федерации и необходимых для существенного повышения качества жизни населения, но и востребованных в мире.

## Приоритеты и перспективы научно-технологического развития Российской Федерации

19. Реализация приоритетных направлений развития науки, техники и технологий на первом этапе осуществления

государственной научно-технической политики позволила получить результаты и сформировать компетенции, необходимые для перехода к реализации новых приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, отвечающих на большие вызовы.

20. В ближайшие 10-15 лет приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке, и обеспечат:

а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

в) переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных);

г) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания;

д) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также

киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства;

е) связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;

ж) возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

21. Необходимо обеспечить готовность страны к большим вызовам, еще не проявившимся и не получившим широкого общественного признания, предусмотреть своевременную оценку рисков, обусловленных научно-технологическим развитием. Ключевую роль в этом должна сыграть российская фундаментальная наука, обеспечивающая получение новых знаний и опирающаяся на собственную логику развития. Поддержка фундаментальной науки как системообразующего института долгосрочного развития нации является первоочередной задачей государства.

22. В долгосрочной перспективе особую актуальность приобретают исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе и природе, развития природоподобных технологий, человеко-машинных систем, управления климатом и экосистемами. Возрастает актуальность исследований, связанных с этическими аспектами технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений.

23. Одним из основных инструментов, обеспечивающих преобразование фундаментальных знаний, поисковых научных исследований и прикладных научных исследований в продукты и услуги, способствующие достижению лидерства российских

компаний на перспективных рынках в рамках как имеющихся, так и возникающих (в том числе и после 2030 года) приоритетов, должна стать Национальная технологическая инициатива.

## Возможности научно-технологического развития Российской Федерации

24. Научно-технологическое развитие Российской Федерации может осуществляться по двум альтернативным сценариям:

а) импорт технологий и фрагментарное развитие исследований и разработок, интегрированных в мировую науку, но занимающих в ней подчиненные позиции;

б) лидерство по избранным направлениям научно-технологического развития в рамках как традиционных, так и новых рынков технологий, продуктов и услуг и построение целостной национальной инновационной системы.

25. Первый сценарий характеризуется стагнацией относительного уровня расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и ведет к утрате технологической независимости и конкурентоспособности России. Второй сценарий предполагает преодоление сложившихся негативных тенденций, эффективную перестройку как корпоративного, так и государственного сектора исследований, разработок и инноваций и требует при этом опережающего увеличения расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по отношению к валовому внутреннему продукту и приближения их уровня к показателям развитых в научно-технологическом отношении стран.

26. Устойчивое развитие России, обеспечение структурных изменений экономики страны и вхождение в группу стран с высокими темпами прироста валового внутреннего продукта возможны только в рамках второго сценария, который является целевым.

27. Реализация второго сценария потребует концентрации ресурсов на получении новых научных результатов, необходимых для перехода страны к следующим технологическим укладам,

осуществления комплекса организационных, правовых и иных мер, направленных на существенное повышение эффективности расходов на исследования и разработки, рост отдачи от вложений в соответствующие сферы экономики, для развития национальных центров исследований и разработок, создания эффективных партнерств с иностранными исследовательскими центрами и организациями, создания и развития частных компаний, способных стать лидерами, в том числе на новых глобальных технологических рынках.

### III. Цель и основные задачи научно-технологического развития Российской Федерации

28. Целью научно-технологического развития Российской Федерации является обеспечение независимости и конкурентоспособности страны за счет создания эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации.

29. Для достижения цели научно-технологического развития Российской Федерации необходимо решить следующие основные задачи:

а) создать возможности для выявления талантливой молодежи и построения успешной карьеры в области науки, технологий и инноваций, обеспечив тем самым развитие интеллектуального потенциала страны;

б) создать условия для проведения исследований и разработок, соответствующие современным принципам организации научной, научно-технической, инновационной деятельности и лучшим российским и мировым практикам;

в) сформировать эффективную систему коммуникации в области науки, технологий и инноваций, обеспечив повышение восприимчивости экономики и общества к инновациям, создав условия для развития наукоемкого бизнеса;

г) сформировать эффективную современную систему управления в области науки, технологий и инноваций, обеспечивающую повышение инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок, а также эффективности капиталовложений в указанную сферу, результативности и востребованности исследований и разработок;

д) способствовать формированию модели международного научно-технического сотрудничества и международной интеграции в области исследований и технологического развития, позволяющей защитить идентичность российской научной сферы и государственные интересы в условиях интернационализации науки и повысить эффективность российской науки за счет взаимовыгодного международного взаимодействия.

#### IV. Государственная политика в области научно-технологического развития Российской Федерации

##### Принципы государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации

30. Основопологающими принципами государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации являются:

а) свобода научного и технического творчества: предоставление возможности научным коллективам и организациям, другим участникам исследований и разработок выбирать и сочетать направления, формы взаимодействия, методы решения исследовательских, технологических задач при одновременном повышении их ответственности за результативность своей деятельности и значимость полученных результатов для развития национальной экономики и общества;

б) системность поддержки: обеспечение полного цикла получения новых знаний, разработки качественно новых технологий, создания инновационных, прорывных продуктов и услуг, формирования новых рынков, а также занятие устойчивого положения на них;

в) концентрация ресурсов: сосредоточение интеллектуальных, финансовых, организационных и инфраструктурных ресурсов на поддержке исследований и разработок, создании продуктов и услуг, необходимых для ответа на большие вызовы, стоящие перед Российской Федерацией;

г) рациональный баланс: государственная поддержка исследований и разработок, направленных на решение как значимых задач в рамках приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, так и задач, инициированных исследователями и обусловленных внутренней логикой развития науки, государственная и общественная поддержка фундаментальных исследований как инструмента долгосрочного развития страны;

д) открытость: эффективное взаимодействие научных организаций, участников исследований и разработок с представителями бизнес-сообщества, общества и государства, а также исходя из национальных интересов с международным сообществом;

е) адресность поддержки и справедливая конкуренция: использование публичных механизмов для обеспечения доступа к государственным инфраструктурным, финансовым и нефинансовым ресурсам наиболее результативных исследовательских коллективов, иных субъектов научной, научно-технической и инновационной деятельности независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности.

### Основные направления и меры реализации государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации

31. Кадры и человеческий капитал. Создание возможностей для выявления талантливой молодежи, построения успешной карьеры в области науки, технологий, инноваций и развитие интеллектуального потенциала страны достигаются путем:

а) долгосрочного планирования и регулярной актуализации приоритетных научных, научно-технических проектов, позволяющих

формировать конкурентоспособные коллективы, объединяющие исследователей, разработчиков и предпринимателей;

б) усиления роли репутационных механизмов в признании научной квалификации и заслуг исследователей, повышения авторитета ученых в обществе;

в) развития современной системы научно-технического творчества детей и молодежи;

г) адресной поддержки молодых ученых и специалистов в области научной, научно-технической и инновационной деятельности, результаты работы которых обеспечивают социально-экономическое развитие России;

д) создания конкурентной среды, открытой для привлечения к работе в России ученых мирового класса и молодых талантливых исследователей, имеющих научные результаты высокого уровня, а также создания новых исследовательских групп, ориентированных в том числе на конвергенцию областей знаний и сфер деятельности;

е) реализации, в том числе с привлечением частных инвестиций и средств федерального, регионального и местного бюджетов, инновационных проектов по созданию при ведущих научных и образовательных организациях социальной, прежде всего жилищной, инфраструктуры, необходимой для обеспечения целевой мобильности участников научно-технологического развития.

32. Инфраструктура и среда. Создание условий для проведения исследований и разработок, соответствующих современным принципам организации научной, научно-технической и инновационной деятельности и лучшим российским практикам, обеспечивается путем:

а) развития за счет средств федерального, регионального и местного бюджетов, а также частных инвестиций инфраструктуры и поддержки функционирования центров коллективного пользования научно-технологическим оборудованием, экспериментального производства и инжиниринга;

б) поддержки создания и развития уникальных научных установок класса «мегасайенс», крупных исследовательских инфраструктур на территории Российской Федерации;

в) доступа исследовательских групп к национальным и международным информационным ресурсам;

г) отказа от излишней бюрократизации, а также упрощения процедур закупок материалов и образцов для исследований и разработок;

д) участия российских ученых и исследовательских групп в международных проектах, обеспечивающих доступ к новым компетенциям и (или) ресурсам организации исходя из национальных интересов Российской Федерации;

е) развития сетевых форм организации научной, научно-технической и инновационной деятельности, в том числе исследовательских, инженерно-производственных консорциумов, кластерных форм развития высокотехнологичного бизнеса;

ж) поддержки отдельных территорий (регионов) с высокой концентрацией исследований, разработок, инновационной инфраструктуры, производства и их связи с другими субъектами Российской Федерации в части, касающейся трансфера технологий, продуктов и услуг.

33. Взаимодействие и кооперация. Формирование эффективной системы коммуникации в области науки, технологий и инноваций, повышение восприимчивости экономики и общества к инновациям, развитие наукоемкого бизнеса достигаются путем:

а) создания условий, обеспечивающих взаимовлияние науки и общества посредством привлечения общества к формированию запросов на результаты исследовательской деятельности;

б) формирования инструментов поддержки трансляционных исследований и организации системы технологического трансфера, охраны, управления и защиты интеллектуальной собственности, обеспечивающих быстрый переход результатов исследований в стадию практического применения;

в) системной поддержки взаимодействия крупных компаний и органов государственной власти Российской Федерации с малыми и средними инновационными, научными и образовательными организациями, а также их вовлечения в технологическое обновление отраслей экономики и создание новых рынков;

г) создания системы государственной поддержки национальных компаний, обеспечивающей их технологический прорыв и занятие устойчивого положения на новых, формирующихся рынках, в том числе в рамках Национальной технологической инициативы;

д) реализации информационной политики, направленной на развитие технологической культуры, инновационной восприимчивости населения и популяризацию значимых результатов в области науки, технологий и инноваций, достижений выдающихся ученых, инженеров, предпринимателей, их роли в обеспечении социально-экономического развития страны.

34. Управление и инвестиции. Формирование эффективной современной системы управления в области науки, технологий и инноваций, обеспечение повышения инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок достигаются путем:

а) гармонизации государственной научной, научно-технической, инновационной, промышленной, экономической и социальной политики, в том числе посредством создания эффективных механизмов последовательной реализации, корректировки и актуализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации;

б) перехода распорядителей бюджетных средств к модели «квалифицированного заказчика», что предполагает создание системы формирования и выполнения стратегически значимых проектов, приемки научно-технических результатов и оценки результата их использования;

в) ориентации государственных заказчиков на закупку наукоемкой и инновационной продукции, созданной на основе российских технологий;

г) расширения доступа негосударственных компаний к участию в перспективных, коммерчески привлекательных научных и научно-технических проектах с государственным участием и создания гибких механизмов адаптации к изменениям рыночных условий на всех стадиях реализации этих проектов;

д) упрощения налогового и таможенного администрирования, а также создания существенных налоговых стимулов в области научной, научно-технической и инновационной деятельности;

е) развития инструментов возвратного, посевного и венчурного финансирования для создания и (или) модернизации производств, основанных на использовании российских технологий, а также создания субъектам предпринимательской деятельности, кредитно-финансовым структурам и физическим лицами условий для осуществления инвестиций в сферу исследований и разработок;

ж) развития системы научно-технологического прогнозирования, анализа мировых тенденций развития науки, а также повышения качества экспертизы для принятия эффективных решений в области научного, научно-технологического и социально-экономического развития, государственного управления, рационального использования всех видов ресурсов;

з) перехода к современным моделям статистического наблюдения, анализа и оценки экономической и социальной эффективности научной, научно-технической и инновационной деятельности, новых отраслей и рынков.

35. Сотрудничество и интеграция. Международное научно-техническое сотрудничество и международная интеграция в области исследований и технологий, позволяющие защитить идентичность российской научной сферы и государственные интересы в условиях интернационализации науки и повысить эффективность российской науки за счет взаимовыгодного международного взаимодействия, достигаются путем:

а) определения целей и формата взаимодействия с иностранными государствами в зависимости от уровня их технологического развития и инновационного потенциала;

б) формирования и продвижения актуальной научной повестки государства как участника международных организаций, повышения уровня участия России в международных системах научно-технической экспертизы и прогнозирования;

в) локализации на территории страны крупных международных научных проектов в целях решения проблем, связанных с большими вызовами;

г) развития механизма научной дипломатии как разновидности публичной дипломатии;

д) реализации скоординированных мер поддержки, обеспечивающих выход российских научных, образовательных организаций и производственных компаний на глобальные рынки знаний и технологий, а также проактивного участия России в разработке технологических стандартов и научно-образовательных форматов, способствующих повышению ее роли в формировании новых рынков.

## V. Результаты и основные этапы реализации настоящей Стратегии

### Результаты реализации настоящей Стратегии

36. Реализация настоящей Стратегии должна изменить роль науки и технологий в развитии общества, экономики и государства и привести к следующим результатам:

а) обеспечить готовность страны к существующим и возникающим большим вызовам на основе генерации и применения новых знаний и эффективного использования человеческого потенциала;

б) повысить качество жизни населения, обеспечить безопасность страны и укрепление позиции России в глобальном рейтинге уровня жизни за счет создания на основе передовых научных исследований востребованных продуктов, товаров и услуг;

в) обеспечить технологическое обновление традиционных для России отраслей экономики и увеличение доли продукции новых

высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте на основе структурных изменений экономики России;

г) обеспечить продвижение российских технологий и инновационных продуктов на новые рынки, рост доходов от экспорта высокотехнологичной продукции, услуг и прав на технологии и, как следствие, усиление влияния и конкурентоспособности России в мире;

д) создать эффективную систему организации исследований и разработок, обеспечивающую высокую результативность и востребованность в социально-экономической сфере исследований и разработок, рост инвестиций в исследования и разработки и увеличение доли частных инвестиций во внутренних затратах на исследования и разработки, привлекательность работы в России для наиболее перспективных исследователей и повышение роли российской науки в мире;

е) обеспечить рост влияния науки на технологическую культуру в России, повышение степени понимания политических, экономических, культурных, информационных и иных происходящих в современном обществе процессов и воздействующих на них разнообразных природных и социальных факторов, а также обеспечить повышение степени организации общественных отношений и содействовать предупреждению социальных конфликтов.

37. В результате реализации настоящей Стратегии сфера науки, технологий и инноваций должна функционировать как единая система, интегрированная с социально-экономической системой страны и обеспечивающая независимость и конкурентоспособность России.

### Основные этапы реализации настоящей Стратегии

38. Реализация настоящей Стратегии осуществляется в несколько этапов, связанных с этапами развития экономики и бюджетной системы Российской Федерации. Для каждого из этапов

устанавливаются показатели, отражающие ход и основные результаты реализации настоящей Стратегии.

39. На первом этапе реализации настоящей Стратегии (2017 – 2019 годы):

а) создаются организационные, финансовые и законодательные механизмы, обеспечивающие гармонизацию научной, научно-технической, инновационной, промышленной, экономической и социальной политики и готовность Российской Федерации к большим вызовам;

б) осуществляется запуск научных проектов, которые направлены на получение новых фундаментальных знаний, необходимых для долгосрочного развития, и основаны в том числе на конвергенции различных направлений исследований, включая гуманитарные и социальные;

в) начинается реализация научно-технических проектов в рамках приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, определенных в настоящей Стратегии;

г) формируется целостная система устойчивого воспроизводства и привлечения кадров для научно-технологического развития страны;

д) создаются условия, необходимые для роста инвестиционной привлекательности научной, научно-технической и инновационной деятельности.

40. На втором этапе реализации настоящей Стратегии (2020 – 2025 годы) и в дальнейшей перспективе:

а) формируются принципиально новые научно-технологические решения в интересах национальной экономики, основанные в том числе на природоподобных технологиях;

б) реализуются меры, направленные на стимулирование перехода к стадии активной коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности и к масштабному созданию новых продуктов и услуг, основанных на технологиях, отвечающих на большие вызовы;

в) обеспечивается увеличение объема экспорта технологий и высокотехнологичной продукции, в том числе посредством реализации Национальной технологической инициативы и поддержки национальных компаний при выходе на глобальный рынок.

41. Разработка планов реализации настоящей Стратегии для каждого последующего этапа осуществляется на этапе, предшествующем текущему.

## VI. Механизмы реализации настоящей Стратегии

### Управление реализацией настоящей Стратегии.

#### Задачи, функции и полномочия органов государственной власти Российской Федерации

42. Реализация настоящей Стратегии обеспечивается согласованными действиями федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, государственных органов, органов местного самоуправления, государственных академий наук, научных и образовательных организаций, фондов поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности, общественных организаций, предпринимательского сообщества, государственных корпораций, государственных компаний и акционерных обществ с государственным участием.

43. Правительство Российской Федерации при участии Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию разрабатывает и утверждает план мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – план), предусматривающий комплексное применение принципов, направлений и мер государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации, создание механизмов выявления и актуализации больших вызовов, а также достижение результатов по приоритетам научно-технологического развития страны, установленных настоящей Стратегией. План

включает в себя сгруппированные по этапам реализации настоящей Стратегии задачи и мероприятия, выполнение которых обеспечивается в рамках реализации политики в сфере научно-технологического развития, а также промышленной, инновационной, экономической, образовательной и социальной политики. План является неотъемлемой частью настоящей Стратегии и учитывается при формировании и корректировке федерального бюджета и государственных программ Российской Федерации.

44. Реализация настоящей Стратегии осуществляется Правительством Российской Федерации во взаимодействии с федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, государственными академиями наук, научными и образовательными организациями, фондами поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности, общественными организациями, предпринимательским сообществом, государственными корпорациями, государственными компаниями и акционерными обществами с государственным участием.

45. Для достижения результатов по приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации, установленных настоящей Стратегией, Правительством Российской Федерации по согласованию с Советом при Президенте Российской Федерации по науке и образованию формируются и утверждаются комплексные научно-технические программы и проекты, включающие в себя все этапы инновационного цикла: от получения новых фундаментальных знаний до их практического использования, создания технологий, продуктов и услуг и их выхода на рынок.

46. Для выявления, отбора и формирования наиболее перспективных проектов и программ создаются советы по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, которые осуществляют экспертное и

аналитическое обеспечение реализации приоритетов научно-технологического развития страны. Порядок создания и функционирования указанных советов определяется Правительством Российской Федерации.

47. Координацию деятельности советов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации осуществляет президиум Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

48. Финансовое обеспечение реализации настоящей Стратегии осуществляется за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, в том числе предусмотренных на реализацию государственных программ Российской Федерации, а также за счет средств региональных и местных бюджетов и внебюджетных источников. Финансирование осуществляется в зависимости от роста эффективности сферы науки, технологий и инноваций посредством поэтапного увеличения затрат на исследования и разработки и доведения их до уровня не менее двух процентов валового внутреннего продукта, включая пропорциональный рост частных инвестиций, уровень которых к 2035 году должен быть не ниже государственных. Поэтапное увеличение затрат на исследования и разработки должно зависеть также от результативности российских организаций, осуществляющих исследования и разработки.

49. Информация о результатах реализации плана подлежит размещению в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в объеме и порядке, установленных федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на выработку и реализацию государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации.

50. Контроль за выполнением плана осуществляется Правительством Российской Федерации.

## Мониторинг реализации настоящей Стратегии

51. В целях осуществления мониторинга реализации настоящей Стратегии Правительством Российской Федерации совместно с президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию устанавливаются перечень показателей ее реализации, динамика которых подлежит мониторингу, и значения отдельных (целевых) показателей, отражающих (в том числе в сопоставлении со значениями соответствующих показателей экономически развитых стран) уровень достижения результатов реализации и цели настоящей Стратегии, включая:

а) влияние науки и технологий на социально-экономическое развитие Российской Федерации, в том числе обусловленное переходом к модели больших вызовов;

б) состояние и результативность сферы науки, технологий и инноваций;

в) качество государственного регулирования и сервисного обеспечения научной, научно-технической и инновационной деятельности.

52. Мониторинг реализации настоящей Стратегии осуществляется Правительством Российской Федерации, анализ выполнения плана – президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

53. Результаты мониторинга реализации настоящей Стратегии и выполнения плана отражаются в совместном экспертно-аналитическом докладе Правительства Российской Федерации и президиума Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию о научно-технологическом развитии страны, который представляется Президенту Российской Федерации не реже одного раза в три года.

54. Экспертно-аналитический доклад рассматривается Советом при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, который по результатам рассмотрения доклада представляет Президенту Российской Федерации предложения о корректировке настоящей Стратегии и плана.

**4.2. Стенографический отчет о заседании  
Совета при Президенте Российской Федерации  
по науке и образованию,  
состоявшемся 23 июня 2014 года**

Под председательством Владимира Путина в Кремле состоялось заседание Совета при Президенте по науке и образованию [42].

23 июня 2014 года 16:30

Москва,

Кремль

Обсуждались вопросы модернизации инженерного образования и качества подготовки технических специалистов.

**Стенографический отчет о заседании Совета  
при Президенте по науке и образованию**

**В. Путин:** Добрый день, уважаемые коллеги! Друзья!

В ходе нашей сегодняшней встречи обсудим конкретные шаги по модернизации отечественной системы инженерного образования. Знаете, где ни бываю в последнее время, постоянно так или иначе, в том или ином контексте этот вопрос поднимается: для России, для нашей экономики, для промышленности, для АПК – вопрос определяющий.

Сегодня лидерами глобального развития становятся те страны, которые способны создавать прорывные технологии и на их основе формировать собственную мощную производственную базу. Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости.

Отмечу, что наша страна всегда славилась своими инженерами, профессия пользовалась неизменным уважением и в дореволюционной России, да и в советские времена. Правда, мы все с вами прекрасно помним то время, когда много было шуток по поводу того, сколько получали инженеры, как они жили, но все-таки при всем при этом всегда в обществе отношение к людям инженерной профессии было очень серьезным и уважительным.

За последние годы мы предприняли ряд шагов, направленных на укрепление отечественной инженерной школы. Созданы национальные исследовательские университеты, ориентированные на подготовку современных технических кадров. Начиная с 2006 года в развитие материальной базы инженерных факультетов целевым образом было вложено более 54 миллиардов рублей. Удалось повысить уровень подготовки специалистов, в том числе по таким критически важным направлениям, как авиационная, атомная, автомобильная промышленность, металлургия, энергетическое машиностроение.

Отрадно и то, что общественный престиж профессии растет, карьера инженера становится привлекательной с точки зрения статуса и материального достатка. В стране запускаются крупные индустриальные проекты, в рамках которых инженерам по-настоящему интересно и амбициозно работать.

Закономерно, что все больше школьников увлекаются математикой, физикой, химией. Ректоры крупных вузов как раз сообщают о том, что определенная тенденция к повышению престижности этих профессий растет и количество абитуриентов увеличивается. Как в МГУ, наблюдается?

**В. Садовничий:** Владимир Владимирович, сейчас естественные науки пользуются хорошим спросом, и синусоида на их стороне, то есть растет конкурс на естественные науки.

**В. Путин:** Вы мне говорили, что был период, когда практически и конкурса никакого не было, все хотели быть юристами, экономистами, менеджерами.

**В. Садовничий:** Владимир Владимирович, меняется, абсолютно точно меняется в лучшую сторону.

**В. Путин:** Это тенденция очень позитивная и приятная. Чтобы ребята состоялись в жизни, в профессии, добились успеха, смогли реализовать себя в интересах страны, нам важно сделать новые качественные шаги в развитии отечественного технического образования.

Кроме того, есть и объективный запрос на перемены в системе подготовки инженерных кадров. Меняется не только технологический, но и весь уклад жизни, меняются и представления об инженерной деятельности, растут требования к этой профессии.

Сегодня это профессионал высокого уровня, который не только обеспечивает работу сложнейшего оборудования, не только конструирует современную технику и машины, но, по сути, и формирует окружающую действительность – не случайно появление таких направлений, как биогенная, социальная инженерия. Во всяком случае прошу вас поговорить сегодня на все эти темы, чтобы проанализировать преимущества и недостатки существующей, действующей системы подготовки инженерных кадров.

Нужно подумать о том, как добиться, чтобы эта система подготовки кадров в полной мере отвечала вызовам времени, запросам экономики и общества, способствовала решению задач, которые сегодня стоят перед нашей экономикой в целом: это повышение конкурентоспособности, технологическое перевооружение промышленности, кардинальный рост производительности труда.

Убежден, что отечественная система технического образования должна быть нацелена на подготовку инженеров, чьи навыки, квалификация отвечают требованиям, потребностям предприятий. Это не только главные конструкторы и исследователи, идущие к новым технологическим решениям, это и так называемые линейные инженеры, на них и держится вся профессия. Навыки, компетенция, знания линейных инженеров во многом определяют надежность, эффективность производственного процесса, внедрение новых технологий, качество конечного продукта. Именно таких специалистов сегодня остро не хватает в отечественной экономике. Предприятия буквально борются за грамотных профессионалов.

Такой спрос, конкуренция – это, конечно, хорошо, но нельзя допустить, чтобы существующий кадровый дефицит, а он наблюдается на наших ведущих предприятиях, стал сдерживающим

фактором развития экономики, так же как и недостаточная квалификация выпускников вузов. Для справки могу сообщить, многие наверняка это знают, тем не менее скажу об этом вслух еще раз: в 2013 году в ходе опроса работодателей они оценивали подготовку выпускников вузов по этим профессиям на 3,7 балла по пятибалльной системе; по мнению работодателей, примерно 40 процентов поступающих на работу нуждаются в дополнительной подготовке.

Какие моменты считаю важными, на что хотел бы обратить сегодня внимание: прежде всего следует определить, какие специалисты потребуются отраслям промышленности, нашим регионам через пять-десять лет – хотелось бы, конечно, заглянуть и за более далекий горизонт, лет на 20. Хотя мы все прекрасно понимаем, что жизнь так быстро идет вперед, технологии так быстро меняются, что, наверное, на 20 лет прогнозировать сложно, но чем дальше мы за этот горизонт сможем заглянуть, тем лучше. Это действительно очень серьезная, кропотливая работа. Надо посмотреть, что называется, подальше, обратить особое внимание на направления, которые определяют новый технологический уклад или уже определяют новый технологический уклад.

Что это такое, мы с вами тоже знаем: это робототехника, производство новых материалов, биотехнологии, превентивная и персональная медицина, инжиниринг и дизайн. Безусловно, необходимо четко понимать, какие отрасли могут стать локомотивами развития целых территорий, таких как Сибирь, Дальний Восток, Арктика.

Следует рассчитать потребности в инженерных и технических кадрах на среднесрочную и долгосрочную перспективу, сделать это в разрезе отраслей, регионов и крупнейших работодателей, как я уже говорил. Прошу Правительство Российской Федерации, субъекты России, объединения работодателей, компании с госучастием представить предложения по механизмам таких расчетов.

Следует также актуализировать программы развития госкомпаний и регионов, включить в них разделы, определяющие потребности в кадрах, в первую очередь в инженерных кадрах. Такие разделы уже сегодня должны задать ориентиры для всей системы технического образования. Это касается в том числе количества бюджетных мест и дополнительного профессионального образования действующих инженеров. Об этом еще скажу чуть попозже.

Отмечу, что потребности в перспективных компетенциях надо учитывать и при формировании новых и инвентаризации уже действующих профессиональных стандартов. Этой работой занимается Национальный совет компетенций и квалификаций, в который вошли представители ведущих бизнес-объединений страны. Вновь подчеркну, принципиально важно, чтобы именно на основе обновленных профстандартов формировались и актуализировались образовательные стандарты.

Уважаемые коллеги! Мы с вами уже не раз говорили, что надо максимально приблизить профессиональное образование к реальному производству. При подготовке инженерных кадров это играет решающую роль. На деле крупнейшие индустриальные центры сегодня у нас размещены на Урале, в Сибири. Большие планы связаны с развитием промышленности на Дальнем Востоке.

Между тем большинство, во всяком случае ведущих, вузов страны расположены в Европейской части, преимущественно в Москве и Санкт-Петербурге. Получается, что специалисты в области металлургии, по некоторым другим направлениям, которые востребованы на других территориях, территориях перспективного развития, я сейчас об этом уже сказал, находятся в одном месте – за тысячи километров, а кадры находятся совсем на других территориях. Понятно, что о нормальной производственной практике, о подготовке специалистов под потребности конкретного завода, конкретного предприятия, конкретной компании в такой ситуации трудно вести речь.

Бюджет тратит огромные средства, вузы работают – как классик говорил, контора пишет. А студенты зачастую уже заранее знают, что инженерами они работать не будут, в другой город, в другой регион страны не поедут, и хотят остаться там, где они учатся. Получается, что технические вузы готовят будущих офисных работников, сотрудников банков, других контор, что, собственно говоря, неплохо, но для этого есть другие направления подготовки специалистов. Проблема действительно сложная, болезненная и для студентов, и для самих учебных заведений, но, безусловно, об этом нужно думать, и ее нужно решать.

Поступая в технический вуз, молодой человек должен связывать с выбираемой профессией свое будущее, у него должны быть все условия и для получения качественного образования, и для последующего трудоустройства. Понятно, что в вопросах реорганизации вузов нельзя с плеча рубить, нельзя ничего делать, как в народе говорят, с кондачка, надо искать гибкие, но эффективные подходы и решения. Например, базовую инженерную подготовку можно осуществлять в технических вузах столичных городов, а на старших курсах увеличивать количество образовательных программ, совмещенных с практикой на предприятиях в соответствующих регионах.

Давайте обсудим все возможные варианты. И мне бы хотелось, конечно, по этому поводу услышать ваше мнение.

Далее – важнейший вопрос: кто будет учить будущих инженеров? Преподаватели должны обладать современными знаниями, сами понимать весь технологический процесс – и не на основе опыта десятилетней, двадцатилетней давности, а именно так, как организована работа на передовых предприятиях, которые являются технологическими лидерами в своих отраслях.

На что считаю важным здесь обратить внимание. Первое. Надо изменить саму структуру образовательного процесса в технических вузах, больший акцент необходимо делать на практические занятия – конечно, не в ущерб теории, не в ущерб лекционной работе, тем

не менее побольше практики должно быть, побольше подходов к научным исследованиям студентов и преподавателей.

Второе. Нужно активнее приглашать ведущих ученых, специалистов-практиков из-за рубежа для преподавания на наших технических факультетах. В этой связи отмечу те результаты, которые показала так называемая программа мегагрантов. У наших студентов, молодых преподавателей, аспирантов появилась возможность напрямую учиться у звезд мировой науки, в том числе и у наших соотечественников, которые работали или продолжают работать в зарубежных вузах и научных центрах.

Сам неоднократно встречался на различных площадках с теми людьми, которые приехали, работают, с преподавателями, уже работающими в России, с нашими студентами, с аспирантами. Результаты хорошие: по модели мегагрантов – уже 160 научных лабораторий, при этом достигнуты значимые и научные результаты.

Одновременно следует создавать возможности для внутренней академической мобильности, чтобы преподаватели из Москвы и Санкт-Петербурга, других крупных городов страны обучали студентов в региональных вузах и в свою очередь сами получали практический опыт, знакомились с работой крупнейших предприятий, вели исследовательскую работу по востребованным промышленностью темам.

Третье. Будущих инженеров должны учить не только ученые, но и практики. Следует устранить барьеры, которые не позволяют вузам привлекать специалистов, работающих на конкретных предприятиях. Конечно, это должна быть соответствующая методика, подходы соответствующие: любого практика тоже в вуз не пригласишь, но подходящих людей – надо критерии выработать и приглашать их преподавать.

Считаю, что Минобрнауки должно снять избыточные требования к вузам в этом направлении, например, упростить механизмы совместительства для преподавателей, но только для тех, кто занимается именно наукой или работает на реальном производстве.

Кстати говоря, то, что я сейчас вам рассказываю, это все результат моих контактов с людьми на местах: на крупных предприятиях или в вузах – и там, и там.

Еще одна важная тема. Нужны не только инженеры, но и лидеры больших коллективов, способные реализовать масштабные проекты. В этой связи считаю необходимым создать условия для развития проектно-ориентированного образования инженерных кадров, адаптировать к этим задачам образовательные стандарты, использовав лучшие наработки и советской инженерной школы, передовой зарубежной, и наш отечественный опыт.

Одновременно следует стимулировать студентов к осуществлению первых проектов. Это могут быть ребята с разных факультетов, учебных заведений, готовые работать в команде и решать конструкторские задачи, реализовывать свои идеи. Для поддержки студенческих коллективов будем развивать систему конкурсов, соревнований.

Такие механизмы сегодня становятся эффективным способом подготовки кадров и профориентации, позволяют наладить взаимодействие между вузами и работодателями, собирать сильные команды, выявлять лучших, наиболее талантливых, перспективных студентов. Важно, чтобы конкурсные задания были не абстрактными, а предполагали создание продукта для конкретных предприятий.

Только недавно был в одном из регионов на предприятии. Руководители предприятия прямо говорят: «Нам нужно соответствующее оборудование, которое используется на предприятии, готовы реально финансировать, деньги вкладывать. Наши будут делать – будем покупать. И очень бы хотелось, чтобы наш вуз (там рядом большой вуз) был в состоянии это сделать». Понимаете, есть источники, реальные внутренние источники для финансирования.

Отмечу, что дано поручение организовать ежегодный всероссийский конкурс студентов и аспирантов, обучающихся по инженерным специальностям. Надеюсь, что это поручение

выполняется и мы скоро увидим результаты. Необходимо подумать и о других формах поддержки студенческих проектов и конкурсов. Давайте обо всем этом поговорим.

Слово Андрею Ивановичу Рудскому, ректору Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

**А. Рудской:** Уважаемый Владимир Владимирович! Уважаемые коллеги!

Необходимое совершенствование инженерного образования определяется задачами обеспечения глобальной конкурентоспособности отечественной продукции, а уже затем скорейшего импортозамещения зарубежной продукции. Эти задачи ставят перед нами несколько принципиальных проблем, решение которых должно осуществляться в общегосударственном масштабе, чтобы существенно изменить парадигму инженерного образования, а также структуру содержания и методы подготовки инженерных кадров.

В материалах, подготовленных к заседанию Совета, достаточно подробно освещены основные вопросы. Я затрону лишь самые актуальные. Один из таких вопросов: сколько и каких инженеров нужно готовить для устойчивого развития национальной экономики? Очевидно, что при развитии промышленности и росте производства востребованной на рынке продукции потребность в инженерных кадрах будет расти.

Сегодня длительность подготовки инженерных кадров зачастую больше, чем сроки обновления технологий. Следовательно, государственные программы Российской Федерации и программы социально-экономического развития субъектов Федерации должны содержать ближне- и среднесрочные прогнозы количественной и, самое главное, содержательной потребности в инженерных кадрах, в первую очередь для машиностроительного, оборонно-промышленного, топливно-энергетического комплексов.

Подчеркну, особенно в условиях изменившейся геоэкономической ситуации, а также для других отраслей,

обеспечивающих повышение качества жизни и устойчивое развитие страны в условиях обостряющейся конкуренции, – именно на этой основе должны формироваться госзадания на подготовку инженеров.

Каких инженеров нужно готовить, чтобы своевременно и качественно решать актуальные задачи, стоящие перед экономикой России? Сегодня наибольший дефицит промышленность, как Вы уже сказали, Владимир Владимирович, испытывает в линейных инженерах, в частности в мастерах производственных участков, в технологах начальных разрядов. Массовая подготовка таких специалистов должна быть основана на специально разработанных практико-ориентированных программах высшего образования, сочетающих базовую естественнонаучную и общеинженерную подготовку с практическим профессиональным обучением.

Эффективным методом подготовки линейных инженеров является практико-ориентированное обучение, качественно развивающее хорошо известную вам систему заводов-втузов. В процессе такого обучения студент приобретает необходимые навыки эксплуатации современного оборудования и применения технологий, что уменьшает время адаптации выпускников к практической деятельности после окончания вуза.

Итак, основной принцип деятельности линейных инженеров должен так звучать: организуй и эксплуатируй – организуй работу первичного трудового коллектива и качественно эксплуатируй современное оборудование. Безусловно, эта система должна получить развитие для обеспечения опережающей подготовки линейных инженеров с учетом специфики региональной промышленности.

Все мы знаем, что основной тип инженеров, которых сегодня готовят технические университеты, это инженеры-конструкторы, инженеры-технологи. Представляется, что для этой категории инженеров основной формой подготовки должно стать практико-ориентированное обучение на основе междисциплинарной проектной работы студентов в рамках концепции «Придумай, разработай, внедри и управляй».

При подготовке таких инженеров необходимо перейти от традиционных форм обучения к форумам, основанным на активизации творческого потенциала студентов и преподавателей – например, обратить особое внимание на командную работу по выполнению НИОКР по заказам промышленных компаний.

Но мы с вами понимаем, что увеличение количества линейных инженеров, изменение содержания подготовки инженеров-конструкторов, технологов могут решить лишь текущие проблемы развития промышленности России. Мировой опыт показывает, что новые технологии и продукты возникают, как правило, в процессе конвергенции различных областей знаний и базовых технологий.

Мне кажется, настало время, когда в системе инженерного образования необходимо выделить направления подготовки инженеров, основанные на принципах меж- и мультидисциплинарности, базирующихся в первую очередь на глубоком, фундаментальном физико-математическом образовании. Основная компетенция таких инженеров – создание новых конкурентоспособных продуктов на основе интеграции достижений в различных областях знаний и передовых наукоемких технологий.

В связи с этим мы должны развивать и подготовку инженеров качественно новых и взаимодополняющих типов, причем, отмечу, их не должно быть очень много: это инженеров-исследователей и разработчиков – так называемый инженерно-технологический спецназ, я бы сказал, современный, владеющий технологиями мирового уровня, например нанотехнологиями, технологиями суперкомпьютерного инжиниринга, передовыми технологиями цифрового производства; инженеров-исследователей, способных решать, казалось бы, нерешаемые задачи и обеспечивать инновационные прорывы в высокотехнологичных отраслях, инженеров – системных интеграторов; инженеров-организаторов и инженеров-предпринимателей. Для первых главным ориентиром должен быть хорошо знакомый нам образ главного конструктора –

человека, обладающего энциклопедическими знаниями, понимающего все этапы жизненного цикла продукции, способного организовать работу больших коллективов для создания комплексных и сверхсложных технических систем; для вторых – образ изобретателя-предпринимателя, создающего востребованные инновационные продукты и организующие их производство.

Итак, говоря о развитии подготовки инженерного образования сегодня нужно выделять три основных типа: это линейные инженеры, инженеры-конструкторы-технологи и инженеры-исследователи, организаторы, инженеры-предприниматели. Представляется, что подготовку востребованных промышленностью инженеров могут уже сегодня обеспечить ведущие университеты России, меняя формы организации и содержания подготовки.

Так, для комплексной подготовки инженеров всех типов с учетом специфики региональной промышленности важную роль могут играть сетевые формы обучения, объединяющие под эгидой ведущих технических вузов потенциалы и компетенции разнопрофильных вузов, причем обязательно с участием научных институтов и ведущих промышленных компаний, распределенных по регионам страны. Условно я бы назвал эту форму структурированным сетевым университетом, обеспечивающим решение приоритетных задач, развитие промышленности и подготовку специалистов, готовых без дополнительной подготовки включиться в деятельность предприятий-заказчиков.

Одной из современных форм обучения в рамках сетевой модели выступают массовые открытые онлайн-курсы, подготовленные ведущими учеными и специалистами, которые должны быть доступны студентам всех университетов России. Подчеркну, что внедрение таких курсов потребует оперативного изменения и уточнения методик объемов учебной нагрузки как преподавателей, так и студентов.

Говоря о подготовке инженерных кадров нового поколения, нельзя не сказать о преподавательских кадрах. Вы правильно

отметили, Владимир Владимирович, что это один из самых основных вопросов – кто и как нас учит. Конечно же, нельзя обойти и ресурсное обеспечение.

Сегодня система подготовки сохранилась практически без изменений с конца прошлого века. Как правило, она не отвечает на вызовы XXI века. Для ее развития необходимы принципиальные изменения компетенций преподавателей, формирование научно-педагогического корпуса, способного актуализировать содержание курсов и использовать передовые технологии обучения, во многом опирающиеся на самостоятельную работу студентов. Все мы знаем, что подавляющее большинство преподавателей в университетах многие годы не выполняли реальных НИОКРов по заказам промышленности, – учитывая, что подготовить мы можем лишь себе подобных, а должны готовить значительно более компетентных, чем мы сами. Значит, есть только один путь: преподаватели, инженеры, студенты вместе должны выполнять НИОКР, который заказывают и финансируют компании, вместе учиться и развиваться, вместе преодолевать барьеры и осваивать новые компетенции. Такая эффективная организация обучения, где преподаватель – не просто лектор в поточной аудитории, а коллега и наставник, будет одновременно стимулировать активность студентов в поиске перспективного места работы и определения содержания своей подготовки в соответствии с запросами будущего работодателя.

Очевидно также, что повышение квалификации преподавателей технических вузов в обязательном порядке должно включать стажировки на высокотехнологичных предприятиях, для которых они готовят инженерные кадры, а еще лучше – гармоничное совмещение на регулярной основе преподавательской деятельности с инженерной деятельностью, например, в инжиниринговых центрах.

Развитие учебно-лабораторной базы за счет приобретения вузами современного промышленного оборудования объективно не всегда возможно и зачастую нецелесообразно в силу дороговизны и необходимости его регулярного обновления. Представляется в этой

ситуации основной путь развития – это организация эффективного взаимодействия с высокотехнологичными компаниями, особенно в части использования их материально-технической базы через создание базовых кафедр, совместных учебно-научных и инновационных лабораторий, инжиниринговых и инновационно-технологических центров.

Решение вопросов качественного улучшения подготовки инженеров тесно связано и с изменением роли нормативов финансового обеспечения государственного задания. Сегодня нормативы зачастую консервируют средний для всех уровень подготовки, а должны стимулировать ускоренное развитие ключевых компетенций инженерных кадров до мирового уровня. Для этого нужно опираться на прогнозы потребностей и заказывать столько и таких инженеров, сколько и каких нужно промышленности. Одним из основных критериев уровня практико-ориентированной подготовки, которую обеспечивает кафедра, должен выступать объем НИОКР, выполняемых сотрудниками кафедры и научно-исследовательскими лабораториями с участием студентов по заказам высокотехнологичных компаний.

Далее. Должна быть усилена роль магистратуры и профессиональной переподготовки и также роль регулярного повышения квалификации в рамках реализации принципа: обучение – через всю жизнь. Именно магистратура способна и должна решать задачу опережающей подготовки инженеров к использованию передовых наукоемких технологий.

Сегодняшняя магистратура обеспечивает лишь продолжение образования по тому же или родственному направлению, тогда как новые технологии зачастую требуют существенного изменения профиля подготовки или обучения в рамках магистратуры, интегрирующей различные магистерские программы.

Возможным решением этой проблемы может быть введение индивидуальных образовательных маршрутов, предусматривающих дополнительную для последующего освоения программу

магистратуры иного профиля, в том числе и масштабным использованием электронных и дистанционных технологий.

Еще один резерв совершенствования инженерного образования – развитие целевой подготовки, особенно после освоения студентами базовой двухгодичной подготовки в рамках программы инновационного развития госкорпораций в других высокотехнологичных компаниях, а также повышение роли и участия работодателей в подготовке инженеров.

Должна получить качественно новое развитие профессиональная переподготовка, а также созданные возможности получения высшего образования для инженеров-практиков. Это люди, имеющие только среднее специальное образование, причем их можно дотащить до уровня высшего образования, используя блочно-модульные программы, что особенно актуально в условиях демографической ямы и снижения обучающихся в системе высшего образования.

Безусловно, подготовке востребованных инженеров нового поколения поможет и разработка мер по дополнительному стимулированию предприятий, работодателей, формирующих заказы на целевое обучение.

Коллеги, каждую из перечисленных проблем и подходов к ее решению можно развивать и детализировать, но очевидно, что настало время проработать и начать реализацию системы мер, обеспечивающих качественный прорыв в обеспечении инновационной экономики России инженерами нового поколения: вызовы XXI века настоятельно требуют этого.

Спасибо, Владимир Владимирович.

**В. Путин:** Спасибо, Андрей Иванович.

Сергей Владиленович, прошу Вас.

**С. Кириенко:** Уважаемый Владимир Владимирович!

Уважаемые коллеги!

Я бы полностью присоединился к тому, что уже говорил Андрей Иванович. Владимир Владимирович, могу привести пример. Вы вначале говорили о том, что ситуация меняется и по конкурсу,

и по средним баллам – ситуация, когда на инженерные специальности люди с хорошими оценками в школе не шли, уже пройдена. По атомным специальностям могу только за последние три года показать цифры – то есть не просто меняется, а в разы меняется. Материаловедение и технологии: был конкурс в 2010 году 1,8 человек на место, сегодня – 5,8; атомные реакторы был 5,8 – стал 10. То есть впервые по таким специальностям обогнали конкурс, конечно, в наших специализированных вузах, из которых мы берем, а не специализированных финансовых, тем не менее в этих вузах по конкурсу инженерные специальности, физические обогнали специальности финансовые, экономические, менеджерские, юридические.

Ситуация реально меняется. При этом средний балл растет, то есть еще и качество растет, не только количество. Средний балл у нас по специальностям на наших профильных факультетах в вузах был 65,4 в 2010 году, в 2013 году – 86,5, то есть на 21 балл вырос средний балл по ЕГЭ поступающих абитуриентов.

Конечно, на этом сказываются и созданные условия по средней заработной плате, социальному пакету работников, но, откровенно говоря, не главное. Мы пытались анализировать: это важно, то есть минимальный уровень заработной платы и социальных условий должен быть, но дальше тех людей, которые нам нужны, реально не это мотивирует, не деньги – масштаб задачи. Собственно, перелом по количеству стремящихся попасть на эти специальности определяется масштабом задачи. То есть когда руководство страны в качестве приоритетных программ показывает программы развития в атомной отрасли, за этим немедленно идет увеличение интереса и количества людей, которые хотят поступать.

Им нужно видеть масштаб задачи, нужно видеть, что то, чем ты будешь заниматься и чему ты учишься, – это приобщение к масштабным задачам уровня страны, уровня мировой науки и мирового развития, то есть человек хочет гордиться тем, что он будет делать. Вот это важнейшая вещь.

Поэтому популяризация, Владимир Владимирович, то, что Вы говорили о самых разных конкурсах, которые будут показывать, уж извините за сленг, драйв от инженерных специальностей – вот это принципиально важно. Люди должны это видеть и чувствовать.

**В. Путин:** Сергей Владиленович, а средняя заработная плата у вас по отрасли какая?

**С. Кириенко:** Средняя заработная плата, Владимир Владимирович, у нас сейчас хорошая.

**В. Путин:** Какая?

**С. Кириенко:** Мы вышли сейчас на среднюю заработную плату 52 тысячи.

**В. Путин:** Ну вот, драйв драйвом, а зарплата зарплатой: она выше, чем в других отраслях.

**С. Кириенко:** Точно выше, Владимир Владимирович. Но, Вы знаете, все-таки мы же специальные исследования проводим со школьниками и со студентами. Абсолютно правильно, Владимир Владимирович, я понимаю, что если она упадет ниже 25, то не пойдут. А вот дальше, собственно, можно разогнать ее до 100, но это не скажется кардинально, а масштаб задачи – скажется.

Мы с каждым из ребят разговариваем, они говорят: «Я, конечно, хочу, чтобы мне было чем кормить семью. Безусловно, если мне не заплатят нормальных денег... Я себя ценю». Но дальше, в общем, мотивация другая. У нас же многие идут на специальности в ядерно-оружейном комплексе, которые связаны с поражением в определенных правах, в закрытых городах. Но идут, потому что там уникальная суперкомпьютерная база, потому что там оборудование, которого в мире единицы, потому что задачи, которые они будут решать... В общем, человеку важно гордиться тем, что он делает. В инженерных специальностях вот это чувство гордости является не менее важным – может быть, более важным, чем заработная плата. Но она тоже важна.

**В. Путин:** Да. Вы сказали, это средняя – сколько у вас средняя, говорите?

**С. Кириенко:** 52.

**В. Путин:** 52, но это средняя. А, скажем, выше среднего уже, руководящий персонал сколько примерно получает – под 100, наверное?

**С. Кириенко:** Хороший специалист – например, сегодня молодой парень, начальник отдела в ядерно-оружейном комплексе, – 100 тысяч будет получать.

Владимир Владимирович, дальше с точки зрения заказа. Абсолютно согласен с логикой заказа. Мы сейчас сформировали эту программу, то есть расписали до 2021 года 14 500 инженерных специалистов прямо по годам, когда и сколько нам нужно, по 115 инженерным специальностям и направлениям подготовки. У нас сформирован консорциум опорных вузов, 14 высших учебных заведений во главе с МИФИ, которые обеспечивают нам подготовку практически всех принимаемых на работу специалистов.

При этом второй вопрос – это требование к качеству. То есть количество – понятно, но крайне важно действительно требование к качеству, Андрей Иванович об этом тоже говорил. Мы участвуем в эксперименте вместе с Министерством образования по сертификации и квалификации выпускников.

Мы начали с того, что процентов 20 проходило квалификацию, сейчас – половина выпускников. Должны выйти в течение двух лет на 100-процентную сертификацию на входе выпускников. Причем мы это синхронизировали со своими профстандартами, потому что у нас на основании этого утверждены 43 профессиональных стандарта. Важно, что человек понимает то, какие требования мы применяем к квалификации выпускника, такие же требования будут применяться к работникам, уже реально работающим в отрасли.

Что понятно по итогам этой сертификации? Вообще очень полезная вещь. Становится понятно, что нужно добавлять в учебные программы, потому что откорректированы 24 образовательные программы по итогам этого. Понятно, абсолютно точно, Андрей Иванович об этом говорил, что нужно увеличивать долю практики.

С теорией все неплохо, с практическими навыками есть серьезный дефицит, который потом добирается, когда человек приходит на предприятие, о чем Вы говорили. 30–40 процентов надо доучивать, а это можно делать в стенах университета.

Очевидно, что есть целый ряд современных направлений в инженерной науке, которые нужно добавлять в учебные программы. Это относится, действительно, и к виртуальному прототипированию в работе с суперкомпьютерами, и к промышленному дизайну, и к бережливому производству, то есть целый ряд таких требований, которые для нас сегодня являются абсолютно обязательными.

Конечно, ключевой вопрос – это практика. У нас 5 тысяч человек прошло практику в 2013 году, примерно 20 процентов из них мы забрали после этого на работу. Для ключевых предприятий сейчас стали внедрять стандарт, что, например, в концерн «Росэнергоатом» человек иначе не попадет на работу, если он не проходил практику. Только тот, кто проходил практику, только того мы возьмем на работу.

Очень важно сохранить, конечно, филиальную систему, Андрей Иванович об этом говорил. Спасибо, сейчас сильно развита база институтов, с которыми мы работаем, МИФИ в первую очередь, но все равно невозможно туда перенести все производство, то есть все равно самое современное оборудование будет на самих промышленных предприятиях. Поэтому нас сейчас очень сильно выручает то, что МИФИ, как национально-исследовательский университет, создан как сетевой университет изначально, то есть у него по всем городам присутствия атомной отрасли есть соответствующие филиалы.

Единственная просьба – чтобы не погубить это. Спасибо, нас Минобрнауки услышало, потому что была версия ввести к филиалам те же требования, что и к головным университетам, то есть оценивать по тем же параметрам. Но университеты начнут сбрасывать в филиалы.

Если сейчас по программе конкурентоспособности лучших вузов начать филиалы включать в оценку с головным институтом, понятно, что в филиалах не хватит такого количества остепененных преподавателей и целого ряда других показателей. У них с практикой все лучше, но по параметрам они, конечно, не удержатся с московской площадкой.

Их надо как-то вывести в отдельную оценку, но не складывать в одну корзину. Потеряем вот это уникальное преимущество возможности прохождения практики в филиалах, когда теоретические знания даются в головном институте, а очень большую практику люди проходят непосредственно в филиалах, которые у нас рядом с нашими предприятиями и в наших ЗАТО.

Еще одна мысль, если позволите. Все-таки опыт работы вместе с Национальным ядерным университетом показывает, что надо раньше начинать формировать интерес и отбор. В институте – хорошо, но немножко поздновато. Была эта система, когда формирование интереса начиналось скорее не от школьной программы, оно начиналось от кружков юных техников, юных моделистов, судостроителей. Я понимаю, что я свою специальность кораблестроителя когда-то выбирал не по школьной программе, а потому что был кружок судомоделирования во Дворце пионеров. Собственно, оттуда появился интерес к технике. В школьной программе этого не было. Понятно, что сейчас это пропало, потому что это дорогостоящая вещь. Конечно, кружок танцев или кройки и шитья сегодня дешевле организовать. Здесь, конечно, нужна бы государственная поддержка, потому что это формирует тот самый широкий интерес.

Второе – конечно, обучение и более раннее выделение людей, у которых есть к этому тяга, интерес, талант. Потому что тоже когда-то была система отбора наиболее талантливых ребят по физике, математике. Сейчас она осталась в отдельных вузах. Мы сделали у себя по городам атомной отрасли: у нас в 23 городах есть так называемые школы «Росатома», специализированные классы, куда мы

добавляем оборудование, заранее ребяташки отбираются. Но получается, что этот отбор ограничен городами, в которых есть объекты атомной отрасли.

Но это, в общем, неправильно, потому что талантливые ребята не только в наших городах могли вырасти, и точно не только. А с другой стороны, тот, кто где-нибудь в Сарове учится в школе, может быть, хочет быть как раз не физиком-атомщиком, а авиастроителем. И его бы отобрать в специализированный класс, который будет для Михаила Аслановича [Погосяна] готовить людей. Поэтому, конечно, здесь бы создать такую общую систему отбора и предварительной подготовки.

Еще одна задачка – это, конечно, подготовка школьных учителей. Андрей Иванович говорил о преподавателях вузов абсолютно правильно, нечего добавить, а вот школьные преподаватели очень важны. От них кардинально зависит культура, которая прививается, уровень знаний. У нас в рамках проекта «Школы «Росатома» более тысячи учителей прошли переподготовку, но все равно понимаем, что этого мало. Все-таки подотстал уровень квалификации учителей, и это требует дополнительной поддержки.

И еще один момент в завершение. Может быть, можно было бы рассмотреть, если мы говорим все-таки о таком призвании человека, когда он идет на инженерную специальность: у нас сегодня по ЕГЭ идет отбор по математической системе, то есть человек приходит в МИФИ или в МГУ, или в питерский университет, если у одного 50 баллов по русскому и 20 баллов по физике, у другого 50 – по физике и 19 по русскому, первый пройдет. А нам, конечно, интереснее тот, который 50 – по физике, потому что он специальностью своей выбрал не литературу и русский язык, он специальностью выбрал инженерную специальность. Если можно, подумать о системе каких-то коэффициентов, повышающих профильные специальности. То есть когда человек поступает по профильной специальности, то для него мог бы существовать какой-то повышающий

коэффициент, позволяющий отобрать именно тех, кто в общем более склонен к этому типу деятельности.

И я поддержал бы также все, что было сказано докладчиком по системе переподготовки, потому что, конечно, это еще одна важная вещь. Уже понятно по опыту эксперимента по сертификации, какие бы стандарты мы ни отработывали, как бы мы ни сертифицировали выпускников, жизнь меняется быстрее. То есть все, чему его научили в высшем учебном заведении, в лучшем случае ему сегодня хватит на пять лет. Если после этого его не переучивать, то он вывалится, каким бы талантливым он ни был на старте.

Сегодня, к сожалению, высшие учебные заведения мало участвуют в системе переподготовки, полностью поддержку этот вывод. То есть почти всю переподготовку мы вынуждены скорее стаскивать к какой-то корпоративной академии, в свои учебные собственные центры. Конечно, больше расширить возможности высшего образования по переподготовке, постоянному отслеживанию всех современных тенденций – это было бы очень важно для поддержания квалификации людей.

Спасибо.

**В. Путин:** Спасибо большое.

С 19 баллами Вы загнули? Нет таких выпускников.

**С. Кириенко:** 19 – это загнул.

**В. Путин:** Загнул. (Смех.)

Владимир Евгеньевич, пожалуйста.

**В. Фортв:** Спасибо, Владимир Владимирович.

Я хочу обратить внимание на одну особенность современного образования, которая связана с чрезвычайно быстрым, взрывным, экспоненциальным развитием науки в наше время – Вы назвали это «быстрая жизнь» в своем вступительном слове. Дело в том, что, если раньше удвоение объема новых знаний, которые получало человечество, происходило где-то за столетие, система образования и люди успевали адаптироваться к новому потоку информации, который был обозрим, то сегодня ситуация изменилась.

Сегодня удвоение знаний, например, по физике происходит в течение жизни одного поколения. Из этого скажем, по физике число статей, половина статей, в которых есть информация, в научных журналах получена в течение ближайших 20–25 лет. То есть ситуация совсем изменилась. Капица Сергей Петрович называл это компрессией времени. То есть становится такая очень сжатая ситуация в том смысле, что если мерить время не секундомером, как мы привыкли, а тем, сколько знаний получил человек в течение своей жизни, то произошла очень сильная компрессия. Это диктует совсем другие условия к тому, чему учить, как учить, и какая должна быть стратегия этого дела.

Люди занимаются этим вопросом, это проблема для всех стран мира, не только для нашей. Я, например, познакомился с этим детально в Мюнхенском техническом университете, который давно уже, лет 15–20, приглашает в свои стены наиболее выдающихся специалистов по чистой науке, по фундаментальной науке – математиков, физиков, биологов. И это, в общем, полная тенденция.

Итак, ведь Капица, когда организовывал физтех, он говорил так, что есть знания, а есть понимание; главное – учить не знаниям, а учить пониманию того, что происходит. И есть тысячи примеров, когда люди знают многое, но многое не понимают. Например, как включить телевизор, знает любой, – как работает телевизор, знают очень немного людей. Хотя иногда лучше телевизор не включать было бы – как вчера, например, правда?

**В. Путин:** Я и не включал.

**В. Фортов:** И правильно.

Возникает вопрос...

**В. Путин:** Надо попробовать заглянуть за горизонт всегда, прогнозировать развитие.

**В. Фортов:** Ну да.

Так вот, понимаете, вопрос о том, как и чему учить, – это вопрос, в общем, образования XXI века. С одной стороны, ясно, что учить фактический материал невозможно. Во-первых, он устареет быстро.

Во-вторых, быстротекущая жизнь: человек попадает, скорее всего, после окончания вуза в другую промышленную атмосферу, он будет другим заниматься, и те знания, которые он получил и потратил на них много времени, они просто ему не пригодятся.

Кроме того, они устареют. Многие из здесь сидящих учили в институте много ламповой техники. Сейчас вы не найдете лампу нигде днем с огнем, все на полупроводниках. Это один из примеров, который, по-моему, надо иметь в виду.

И раз знания так быстро устаревают, то что не устаревает? Не устаревают общие законы природы – фундаментальная наука. Она тоже развивается быстро, но она дает возможность человеку быстро переходить с одной технологии на другую, потому что в основе всех технологий, конечно, лежит фундаментальная наука и понимание природы, которое сегодня люди получили. И поэтому понимание, мне кажется, должно быть очень важным.

Все хорошо знают, какой шок вызвало в свое время в Америке известие о запуске искусственного спутника Земли. Тогда наш с вами соотечественник Степан Прокофьевич Тимошенко (это великий математик, механик) был послан Кеннеди в Россию для того, чтобы разобраться, а почему так произошло, в чем причина? И ответ его был очень короткий, очень жесткий. Он писал, что это произошло потому, что мы в Соединенных Штатах упустили именно базовое математическое и физическое образование. Он пишет в своих мемуарах, в другом, правда, месте, что когда он приехал в Америку, то был потрясен тем, как плохо инженеры-строители знают математические методы. И, собственно говоря, он переориентировал по поручению Кеннеди их образование именно на фундаментальное направление.

И что мы сегодня видим? Вы все хорошо знаете, что институты технического профиля, Массачусетский технологический институт, Калтех и многие другие институты приглашают и создают необходимые условия для работы ученых именно фундаментальных направлений. Число нобелевских лауреатов в МИТ, по-моему, за два

десятка сегодня. Это им нужно для того, чтобы выпускники владели самыми современными, самыми продвинутыми данными, которые получило сегодня человечество.

На это никто не тратит деньги сегодня. На самом деле другого пути, чтобы получить грамотного и креативного инженера, наверное, и не существует. У нас, к сожалению, как мне кажется, существует ортогональная этому тенденция. Она связана с тем, что число естественных наук в школе и вузе неуклонно сокращается, к сожалению. Вот, например, у нас физика не является обязательным экзаменом в ЕГЭ. Сегодня обсуждается вопрос – когда я сюда ехал, Дума говорит: давайте мы и математику тоже исключим из обязательного ЕГЭ.

И, конечно, это пренебрежение фундаментальными науками из школы трансформируется в вузы, когда мы имеем такие вещи, что занятия и лекции студентам читают аспиранты, которые немного больше, чем студенты, знают о том, что такое настоящая наука. А ведь в принципе наша традиция состояла в том, что выдающиеся наши ученые считали за честь читать лекции и иметь кафедры в вузах. Я могу долго перечислять, но такие примеры, как Жуковский, Капица, Ландау, Семенов, Туполев, Королев, – эти люди много сил и много времени отдавали воспитанию именно инженерного корпуса.

Поэтому я бы считал, что усиление этой фундаментальной части должно быть очень важным. Ведь еще, в общем-то, такой наукометрист, как Фрэнсис Бэкон, в XVI веке по этому поводу говорил, что калека, который движется по верному пути, обгонит олимпийского чемпиона, который бежит по неверному пути. Более того, если этот чемпион быстрее бежит, он дальше от цели уходит. Такая штука, к сожалению, очень часто возникает. Я приведу всего один короткий пример. Совсем недавно академия наук потратила кучу времени на то, чтобы остановить эксперимент, который был предложен группой товарищей: это запуск спутника «Юбилейный» с проектом «Гравицапа», то есть реактивное движение без выбора массы, что запрещено законом Ньютона. Тем не менее, этот спутник

был запущен, эксперимент проведен. Конечно, он ничего не показал, эффект был нулевой, но вот эта антинаучная позиция, связанная просто со слабым представлением о том, что такое законы природы, проявляется в таких вещах.

Мне кажется, наша задача – усилить именно фундаментальную компоненту. Мне кажется, для этого у нас есть хорошие возможности, в частности использовать академию наук с ее потенциалом и сделать то, что в свое время Никита Сергеевич разрушил: он запретил преподавание, совместительство. Сегодня это возможно, но это надо бы усилить и поручать выдающимся ученым, которые есть в академии наук, работать и идти в институты.

Я тут должен отметить положительный пример Сергея Владиленовича, который создал высшую школу физиков: он пригласил значимых людей, которые читали очень интересные вещи, – по-моему, это была очень полезная инициатива, и в результате создалась серия таких учебников, эти учебники написаны самым современным уровнем. Мне кажется, что стоит на эту сторону обратить внимание – наряду с теми другими проблемами, которые сегодня были так или иначе тут затронуты.

Спасибо.

**В. Путин:** Благодарю Вас.

Андрей Владимирович, пожалуйста.

**А. Адрианов:** Глубокоуважаемый Владимир Владимирович!  
Глубокоуважаемые коллеги!

Обсуждая проблему повышения уровня профессиональной подготовки выпускников вузов и соответствия полученных знаний и навыков запросам потенциальных работодателей и потребностям реального сектора экономики, необходимо совершенствовать всю структуру образовательного процесса. Одним из ключевых вопросов здесь является, на мой взгляд, создание для профессорско-преподавательского состава, непосредственно задействованного в образовательном процессе, не только условий для обучения студентов на самой современной материально-технической базе,

но и возможностей для преподавателей вузов непосредственно заниматься профильной научной работой.

Современный преподаватель должен заниматься наукой и быть в курсе новейших достижений в своей области, поддерживать научные контакты с профессиональным международным сообществом, а в случае прикладных разработок – взаимодействовать с потребителями научных разработок. Однако хроническая перегрузка учебными часами, особенно в региональных вузах, вынуждает преподавателей с нагрузкой 800–900 часов, а молодых преподавателей с нагрузкой до 1000 часов иногда становиться ретрансляторами, то есть пересказывать учебники и собственно методички.

Им крайне сложно физически полноценно заниматься научными исследованиями, следить за последними достижениями науки, писать и выигрывать гранты, вовлекаться в международные научные проекты, выстраивать сотрудничество с промышленными предприятиями. С такой учебной нагрузкой у них нет времени по-настоящему возиться со своими студентами и аспирантами во внеучебное время, вместе работать в лаборатории на современном уровне. Такое оборудование есть, и очень хорошее, а времени и сил на проведение исследований при нынешней нормативной базе иногда уже не хватает.

Чтобы выполнить нормативную нагрузку, преподаватели порой вынуждены становиться многостаночниками, набирать большое количество разных курсов, иногда не совсем профильных, а это опасно: мы можем получить профанацию вместо университетского образования. Сама суть университетского образования состоит в том, что читающие лекции по различным научным направлениям профессора и доценты сами эту науку и делают, то есть имеют возможность работать в лабораториях вместе со своими студентами и аспирантами и быть реально признанными специалистами в данном научном направлении.

В зарубежных университетах средний уровень нагрузки у профессуры обычно не превышает 300 часов, и подавляющее большинство всех, кто преподает, активно занимаются наукой. Если мы реально хотим выйти на уровень ведущих мировых университетов, необходимо ограничить общую педнагрузку преподавателей на уровне 400–450 часов при лекционной нагрузке профессоров и доцентов порядка 150 часов. Это примерно тот уровень нагрузки, который удастся выдерживать ведущим университетам.

Как снизить реальную нагрузку на университетских преподавателей без увеличения количества ставок на кафедрах, чего университеты всячески пытаются избежать из-за ограниченности финансовых средств и действующих нормативов? Такие механизмы есть, и некоторые из них уже были озвучены, однако сейчас в условиях финансирования и вузов, и научных институтов в виде целевых субсидий на выполнение конкретных госзаданий такие механизмы нуждаются в корректировках и в дальнейшем развитии. Прежде всего это привлечение на позиции профессорско-преподавательского состава совместителей из научных институтов и сферы наукоемкого производства, реально занимающихся наукой и производством. Это позволяет увеличить количество задействованных в преподавании специалистов и избежать ретрансляторства и многостаночности.

Здесь недостаточно только того, что студенты могут проходить курсовые, дипломные практики на производстве, важны прямые контакты с такими специалистами и в формате лекций, и семинаров, и практических занятий, и летних практик, это контакты с будущими работодателями и с будущими коллегами. Именно от таких специалистов студенты и узнают, что реально их ждет на производстве, что они должны знать, уметь, а базовые знания по специальности обеспечит им штатный ППС [профессорско-преподавательский состав].

Второе – это привлечение к преподаванию штатных научных сотрудников вузов. В некоторых вузах есть штатные научные

сотрудники, в некоторых сейчас активно создаются научные лаборатории. Привлечение таких штатных научных сотрудников, особенно для проведения практических занятий и практик, было бы чрезвычайно полезно. Однако здесь иногда возникают нюансы, связанные с финансированием в виде субсидий, таких штатных научных сотрудников иногда нельзя отправлять на практику со студентами, потому что на это уже тратятся деньги для учебного процесса.

Далее – возможность привлечения к преподаванию постдоков. Этот институт еще не развит в наших университетах, и мы об этом говорили на одном из заседаний Совета. Как раз в западных университетах постдоки – это не только тягловые лошадки, которые делают науку, но постдоки у ведущих профессоров – это как раз те, на кого в значительной степени возлагается и педагогический процесс. И это тоже может разгрузить штатных преподавателей, перегруженных учебными часами.

Следующее – это привлечение к преподавательской работе аспирантов. В вузах это обязательно, что аспиранты выполняют учебную нагрузку. В академических институтах это часто необязательно. Мы на Дальнем Востоке, в ДВФУ, в Дальневосточном отделении иногда шли на такое, что даже аспиранты в академических институтах должны были выработать какой-то норматив по преподаванию в Дальневосточном федеральном университете, потому что современный исследователь должен уметь хоть в какой-то степени доносить свои знания студентам. И таким образом, мы тоже смогли существенно снизить педнагрузку на преподавателей.

Следующее, о чем уже здесь говорилось, – необходимо совершенствовать систему базовых кафедр и совместных лабораторий, создаваемых вузами, и функционирующих на базе научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий, увязывая их деятельность не только с возможностью проведения производственных практик для студентов, но и с возможностью проведения там регулярных занятий, в том

числе с привлечением специалистов этих предприятий. Причем специалисты формально с вузом не связаны, это не почасовики, не совместители, не штатные сотрудники. Но если базовая кафедра вынесена на предприятие или в какой-то институт, то можно привлечь к работе со студентами достаточно большое количество специалистов этих предприятий или институтов.

Также хотелось бы отметить инициативу Российского научного фонда, с этого года начавшего программу грантового обеспечения, грантовой поддержки создания совместных лабораторий и вузов, научных учреждений и предприятий. Что хотелось бы конкретно предложить? Может быть, все-таки попытаться пересмотреть соразмерность нагрузки преподавателей университетов с теми современными требованиями, которые мы сейчас к ним предъявляем.

Необходимо в дальнейшем развивать институт совместительства и привлечения сторонних специалистов, в том числе из реального сектора экономики и ведущих научных учреждений, к участию в образовательной деятельности. Необходимо расширить практику привлечения к образовательной деятельности в вузах приглашенных специалистов, в том числе из-за рубежа, на основе краткосрочных и долгосрочных контрактов. Хотелось бы более полно обеспечить нормативную базу и условия для расширения практики организации вузами базовых кафедр, в том числе и на профильных промышленных предприятиях, расширить практику создания совместных лабораторий с вузами, научными учреждениями, производственными предприятиями.

Спасибо.

**В. Путин:** Спасибо большое.

Пожалуйста, Михаил Асланович.

**М. Погосян:** Уважаемый Владимир Владимирович!

Для нас вопрос подготовки инженерных кадров является сегодня одним из принципиальных, связанных с тем, что те планы, которые есть сегодня у Объединенной авиастроительной корпорации [ОАК], предусматривают, с одной стороны, ежегодный рост объемов

производства свыше 20 процентов, что невозможно сделать без современных кадров чисто экстенсивным методом развития. С другой стороны, предусматривают выход на конкурентоспособность не только в области военной авиации, где у нас достаточно прочные позиции, но и в области гражданской и транспортной авиации.

Мы сегодня решаем эту задачу, привлекая кадры из 13 опорных инженерно-технических вузов. На базе этих вузов, на базе наших основных предприятий у нас, в общем-то, сформировались на сегодняшний день такие региональные образовательно-промышленные кластеры, где конкретные вузы привязаны к конкретным предприятиям и обеспечивают тесную увязку программ подготовки под те задачи, которые мы перед ними ставим. Сегодня, если говорить о количестве инженеров, которые нам необходимы, а ежегодно на предприятия ОАК приходят больше 1200 инженеров, мы эти задачи решаем.

Второй важнейший вопрос, о котором сегодня много говорилось, – это уровень подготовки инженерных кадров в соответствии с теми требованиями, которые сегодня мы ставим.

Хотел бы сказать, что на сегодняшний день, безусловно, нам мало иметь инженеров, которые имеют хорошую специализированную подготовку в каком-то конкретном направлении. Важно, чтобы люди, которые приходят к нам, понимали методы проектного управления, знали принципы бережливого производства, разбирались в управлении себестоимостью продукции на всех этапах жизненного цикла, разбирались в вопросах сервиса и послепродажного обслуживания, потому что без того, что эти вопросы будут закладываться на этапе разработки, на этапе производства, мы в конце концов не получаем тот продукт, который будет обеспечивать нам конкурентоспособность.

Поэтому эти требования мы сегодня трансформируем в профессиональные стандарты и в работу с теми вузами, с которыми мы взаимодействуем, и так же, как и другие наши коллеги, собственно, работаем над изменениями федеральных

государственных образовательных стандартов. В этом направлении тесное взаимодействие между нами и Министерством образования и теми базовыми вузами, о которых я сказал, налажено. Задача – действительно обеспечить новый уровень темпа внедрения тех изменений, которые сегодня необходимы.

Хотел бы сказать, что для координации уровня подготовки специалистов мы сегодня совместно с Министерством образования, школой «Сколково», с Союзом машиностроителей [России] работаем над созданием авиационного образовательного кластера в Жуковском в рамках Национального центра авиастроения, где мы планируем отбирать на 5 – 6-м курсе лучших студентов. Речь идет как раз о подготовке студентов, с которыми мы связываем перспективы, – таких разработчиков верхнего уровня для подготовки на базе единой среды, которую мы должны создать вместе с нашими основными вузами в рамках единого образовательного кластера. Такая работа нами ведется, и мы считаем, что это даст дополнительный толчок, стимул в процессе обучения, для того чтобы выйти на новый уровень.

Кроме этого, я полностью согласен с тем, что, безусловно, говоря об уровне подготовки кадров, нужно уже сегодня (этого жизнь от нас требует) начинать с подготовки на уровне школы. Мы уже больше 10 лет на примере «Компании Сухого» активно используем школьные олимпиады по авиастроению, чтобы уже на этапе отбора студентов вузов увлечь их будущей работой. Эта десятилетняя практика говорит о том, что те, кого мы отобрали по олимпиадам, на сегодняшний день являются такими лидерами, которые ведут за собой своих сверстников, более поздно определившихся с выбором специальности.

Сегодня много говорилось о квалификации и повышении уровня профессорско-преподавательского состава. Полностью согласен, что действительно цифровые технологии сегодня приводят к тому, что уровень базовых знаний меняется очень быстро, нужно наряду с базовыми знаниями использовать современные подходы. В этом плане ежегодно у нас проходят практику около 2,5 тысячи студентов.

Мы внедрили новую форму, начиная с 2009 года – межрегиональную практику, где-то около 100 – 150 студентов у нас из разных вузов проходят практику в Комсомольске-на-Амуре, в Иркутске, не живущие в Комсомольске-на-Амуре, а где-то из европейских вузов. То же самое: ребят из Комсомольска-на-Амуре мы посылаем на предприятия в Казани и в других городах. Считаем, что это как раз создает тоже хорошую возможность получить новые знания в процессе вот этих обменов практикой.

Думаю, что очень важно было бы в рамках тех нормативов, которые сегодня разрабатываются Министерством образования, чтобы и профессорско-преподавательский состав имел в своем расписании возможность активно участвовать вот в такого рода мероприятиях. Это не день-два, это нужно месяц-два, например, поработать на конкретных предприятиях и посмотреть современные технологические процессы, которые только сейчас внедряются на этих предприятиях.

В этом плане я поддерживаю те мысли, которые были высказаны, что нужно посмотреть, как правильно распределить нагрузку, чтобы у людей не только часы учитывались, и это их не лишало возможности заняться конкретными проектами. Потому что сегодня мы, конечно, ведем проекты, но надо сказать, что степень адаптации этих проектов к реальным задачам оставляет желать лучшего. В этом направлении, я думаю, есть большие перспективы.

Кроме этого, мы активно у себя уже более 20 лет используем практику привлечения студентов, начиная с третьего курса на работу на предприятиях параллельно с процессом обучения. Это, конечно, работа на полставки, но надо сказать, что к моменту окончания вуза студенты не только знают те требования, которые мы к ним будем предъявлять, но они уже знают свое рабочее место и весь тот круг задач, которые решают.

По сути, они уже проходят начальную степень адаптации параллельно с процессом обучения на четвертом-пятом курсе. Мы эту

практику сейчас широко внедряем. Считаю, что это дает хорошую возможность уйти от необходимости адаптации.

Наша практика говорит о том, что после двух-трех лет, как правило, народ от нас не уходит, а вот те, кто не смог понять, что от них требуется, за два-три года, они – это наибольший период риска. Поэтому, когда мы этот период риска совмещаем с процессом обучения на 3-м, 4-м, 5-м курсе, то они уже к моменту окончания вуза полностью адаптированные специалисты. Мы у себя эту практику широко внедряем.

Кроме этого, для нас на сегодняшний день важная задача – привлечение выпускников из других регионов на наши ключевые предприятия. Я хочу сказать, что в Москве у нас есть вопросы, связанные с созданием жилищных условий. Я думаю, что с созданием Национального центра авиастроения в Жуковском мы сможем решить эту задачу все-таки доступными для большинства наших работников способами.

У нас нет проблем привлечения кадров, связанных с социальным развитием, в Казани, в Воронеже. Это крупные центры, которые развиваются самостоятельно, и наши предприятия здесь адаптируются в эту среду. Например, в Комсомольске-на-Амуре программа социально-экономического развития региона, конечно, тесно связана...

Сегодня Комсомольск с точки зрения технического перевооружения – это наше самое современное предприятие. И с точки зрения уровня заработной платы, уровень заработной платы в Комсомольске-на-Амуре – один из самых высоких в отрасли, на уровне 40 тысяч рублей. И с точки зрения интересной работы.

Но я полностью согласен с Сергеем Владиленовичем, что важен баланс между зарплатой, интересной работой и перспективой. Тут тоже все хорошо, но социальное развитие региона, здесь мы работаем и с Минвостокразвития, и с хабаровскими краевыми властями, – это важная для нас задача, которую нам еще предстоит решить.

Похожая ситуация, она попроще, в Ульяновске. То есть сегодня для нас с точки зрения привлечения кадрового потенциала это два основных предприятия, где нам предстоит совместно с региональными властями увязать программу развития этих предприятий с программами муниципального, регионального и других видов развития этих регионов.

И, собственно, подготовка кадров для отрасли. Мы ее видим, как комплексную программу, которая включает базовую инженерную подготовку в опорных вузах регионов, практическую подготовку кадров на предприятиях, о чем я уже говорил, дополнительную подготовку по корпоративным стандартам. Все это должно обеспечить достижение той цели, которую мы перед собой ставим.

Нам сегодня надо не просто подготовить кадры, нам сегодня нужно изменить облик авиационной отрасли, вывести ее на инновационный уровень. И это, конечно, требует новых подходов. В этом плане наша совместная работа с коллегами из вузов как раз должна обеспечить решение этой задачи.

**В. Путин:** Спасибо.

Уважаемые коллеги, кто хотел бы выступить? Прошу Вас.

**А. Дынкин:** Спасибо, Владимир Владимирович.

У меня есть несколько соображений экономиста. Мы сегодня говорим о подготовке инженеров для работы в рыночных условиях, то есть для работы не на предприятии, а для работы в компании, для работы на фирме. И это очень важный, на мой взгляд, пункт. Поэтому я считаю, что прекрасное знание технологий будет недостаточным без понимания основы инновационной экономики.

Это означает четкое осознание того, что успешные инновации рождаются на пересечении самых совершенных технологий и общественной потребности или, попросту говоря, платежеспособного спроса. Только так можно снять вечную проблему внедрения, которая над нами висит несколько десятилетий.

Есть простой классический пример из прошлого – это автомобиль «Нива», когда появилась передовая на то время

автомобилестроительная технология и колоссальный спрос на более или менее комфортабельный вездеход. И «Ниву» не надо было внедрять. Был колоссальный спрос за рубежом, в Австрии был сборочный завод на 11 тысяч машино-комплектов в год. Вот это простой, идеальный пример совпадения технологий и общественной потребности.

Кроме того, я согласен с Михаилом Аслановичем, что инженер обязан понимать, как снижать себестоимость, как оптимизировать поставщиков, как выстраивать отношения с потребителями, с кредитными организациями, с государственными органами.

Современные нелинейные модели инноваций предполагают умение комбинировать компетенции многих подразделений фирмы, включая такую службу, как маркетинг. И даже больше этого, важно умение увидеть перспективную потребность и найти для нее адекватное технологическое решение, причем очень часто с использованием внешних ресурсов. Вот это принципиально важная характеристика современного инженера-предпринимателя.

Я думаю, что сегодня повышаются требования работодателей к инженеру как к личности, как к творческому человеку, как к лидеру. Вы коснулись этой темы, Владимир Владимирович. Один мой знакомый главный конструктор говорит, что «моя работа включает три задачи: достать деньги, принять на работу и уволить с работы». Если, так сказать, говорить лапидарно. Поэтому я полагаю, что современный инженер должен иметь определенную социально-психологическую подготовку. Он должен уметь подбирать, мотивировать и продвигать людей.

Если говорить о перспективе, мне кажется, было бы полезно подумать о системе образовательных кредитов для приоритетных специализаций инженеров, причем с серьезным субсидированием, которое, на мой взгляд, целесообразно, чтобы вели регионы и работодатели, потому что они лучше знают потребности и перспективные в среднесрочной перспективе. Мне кажется, что

такой инструмент резко повысит ответственность как студентов, так и семей, и будущих потребителей услуг инжиниринга.

Сегодня Андрей Иванович и многие коллеги говорили о важности виртуальной подготовки. Да, действительно это так, но все-таки, если в инженерном вузе нет, скажем, электронного микроскопа, трехмерного принтера, серьезных испытательных стендов, если на них не ведется и образовательный процесс, и НИОКР, то, на мой взгляд, это недостаточно.

И последнее, что я хочу сказать. Андрей Иванович говорил о трех градациях инженеров, и я с ним абсолютно согласен, потому что нам нужны одновременно инженеры линейные для реиндустриализации и нужны высококлассные люди, которые будут заниматься прорывными технологиями.

Спасибо.

**В. Путин:** Спасибо большое.

Прошу Вас.

**Е. Каблов:** Уважаемый Владимир Владимирович!

В целом я поддерживаю тезисы доклада и выступления, хотел бы просто на практическом опыте ВИАМа, когда мы решали вопрос подготовки, закрепления высококвалифицированных кадров, поделиться и высказать определенные предложения.

В 1998 году на 2400 сотрудников ВИАМа приходилось всего 27 человек в возрасте 35 лет. Средний возраст составлял 61,5 года, износ основных фондов составлял 80 процентов, объем выполняемых работ – 25 миллионов, прибыли не было никакой. С учетом этого была разработана система непрерывной подготовки с обеспечением неразрывности образовательного процесса, которая включает следующую схему: это школа, ВИАМ ежегодно организует конкурсы «Материаловед будущего» для учащихся средних школ города Москвы и Московской области. Победитель поступает на обучение в опорный вуз, практическое обучение и распределение он проходит непосредственно в ВИАМе. В вузе создание кафедры материаловедения, как в ВИАМе, так и в вузе, организация

152

производственных и индивидуальных практических работ. Аспирантура. Отбор аспирантов и утверждение совместным решением ученых советов ВИАМа и вуза тем кандидатских диссертаций и выполнение этих диссертаций в ВИАМе с оплатой труда аспиранта.

Завершающим этапом формирования этой системы благодаря поддержке Минобрнауки стало в 2014 году образование в ВИАМе Корпоративного университета материаловедения, которому была выдана лицензия на ведение образовательной деятельности по программе «магистр». Для того чтобы эта схема заработала, необходимо было провести модернизацию, реконструкцию научно-производственной базы института, обеспечить работой, а самое главное – создать в коллективе атмосферу стабильности и уверенности в завтрашнем дне, когда кадровые сотрудники и молодежь смогли бы почувствовать значимость и востребованность своего труда не только в рамках ВИАМа, но и в рамках государства.

Итог работы данной системы подготовки и закрепления кадров следующий. В 2014 году в институте работает 1905 человек, из них 800 человек моложе 35 лет, средний возраст 44 года. За период с 1998 по 2014 год кадровый состав обновлен на 85 процентов, но это обновление проходило не одномоментно. Необходимо было организовать процесс, чтобы опытные, авторитетные ученые-специалисты передали свои знания молодежи.

Предложенная ВИАМом схема реализации образовательной деятельности в Корпоративном университете базируется в определенном смысле на успешно реализованном в СССР опыте образовательной деятельности на базе втуза, которая была нами адаптирована к современным условиям, и учитывает направления развития материаловедения как у нас в стране, так и за рубежом.

Девизом Корпоративного университета материаловедения стала китайская мудрость: «Скажи мне – и я забуду, покажи мне – и я может быть, запомню, вовлеки меня – и я пойму, отойди – и я буду действовать». Образовательная деятельность Корпоративного

университета направлена на резкое увеличение практических и индивидуальных, я подчеркиваю, индивидуальных занятий, полноценной производственной практики, при существенном повышении их качества.

По нашему мнению, соотношение между практическими и теоретическими занятиями должно составлять 70 к 30. Пока в мире не нашли лучшего способа закрепления теоретических знаний, чем индивидуальные практические занятия и производственные практики с обязательной защитой этой работы. Все это способствует развитию у студента системного мышления и умения анализировать многочисленные факты и делать правильные выводы.

Программа магистратуры Корпоративного университета предлагает следующее: обучение не менее двух лет, принятие на обучение бакалавров или специалистов. Занятия будут проводить как ведущие научные сотрудники ВИАМа, так и приглашенные специалисты и ученые из институтов РАН, ведущих КБ и крупных компаний. Студенты Корпоративного университета материаловедения будут зачисляться на работу в ВИАМ, им будет начисляться заработная плата, и они будут участвовать в выполнении работ по тематике института.

Программа предусматривает неразрывную связь процесса обучения с деятельностью научно-производственной базы ВИАМ. Сегодня ВИАМу при поддержке Минпромторга и за счет собственных средств из прибыли удалось существенно обновить основные фонды, создать современную научно-производственную инфраструктуру, а также построить при поддержке руководства Ульяновской области и Краснодарского края – помощь в выделении земельных участков – два филиала ВИАМа. Это Центр климатических испытаний в Геленджике, один из лучших в Европе, включен в международную систему «Атлас». И Научно-технологический центр по полимерным композиционным материалам в Ульяновске.

Определяющим условием таких качественных изменений в научной и производственной инфраструктурах института стало,

уважаемый Владимир Владимирович, Ваше решение по разработке федеральных программ по материаловедению, направленных на создание высокотехнологичных, малотоннажных производств под восстановление и импортозамещение материалов по 11 технологическим направлениям.

В результате выполнения этих программ была создана высокотехнологическая отрасль малотоннажного производства. Только в ВИАМе организовано 19 производств по выпуску 210 материалов. Все это позволяет не только выпускать материалы, но и проводить исследовательские работы на более высоком, качественном уровне, обеспечить сотрудникам достойную заработную плату, а также, что крайне важно, организовать процесс обучения и проведения производственных практик, стажировок для студентов и специалистов.

2013 год ВИАМ завершил с объемом выполнения работ 4470 миллионов с валовой прибылью 450 миллионов рублей и средней заработной платой 86 тысяч рублей. Руководствуясь Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, реализуя принцип сетевого взаимодействия с опорными вузами в регионах, ВИАМ заключил соглашение по научно-техническому сотрудничеству с 11 регионами России, в том числе с регионами наибольшей инновационной активности.

Это Республика Татарстан, Самарская, Томская, Ульяновская области, Пермский край и Республика Мордовия. С 12 национально-исследовательскими и пятью ведущими университетами. Это Аэрокосмический университет Самары, МГУ имени М.В. Ломоносова, Казанский технический университет, МВТУ имени Н.Э. Баумана, Высшая школа экономики, Дальневосточный федеральный университет, МГУ имени Н. П. Огарева по разработке и применению материалов нового поколения для повышения инновационного потенциала регионов с учетом направлений развития территориально-производственных кластеров. В рамках этих соглашений предусмотрены процессы обучения, практики

и стажировки. Всего за период 2010–2013 в ВИАМе общее число прошедших обучение, практику и стажировку составило 2522 человека.

В заключение, Владимир Владимирович, хочу внести следующее предложение.

Первое. Необходимо оптимизировать число вузов, занимающихся инженерным образованием, при этом исключить возможность размывания профиля и специализации отечественных высших технических учебных заведений. Оптимизацию необходимо увязывать с направлением развития регионов и крупных интегрированных структур.

Второе. Минобрнауки совместно с Минпромторгом и другими федеральными органами исполнительной власти, корпорациями определить и утвердить список высокотехнологических производственных и научных предприятий, для которых предусмотреть обязательным условием прием студентов для прохождения полноценных ежегодных производственных практик с зачислением на рабочие места с выплатой зарплаты. Проводимые меры необходимо увязать с направлением развития инновационного территориального кластера в регионах.

Третье. Предусмотреть в вузах увеличение количества (я подчеркиваю) индивидуальных лабораторных и практических занятий, проводя эти работы, соблюдая принцип «от простого к сложному». Необходимо обеспечить организацию ежегодных полноценных производственных практик: первый год обучения – одна практика в год, в последующие годы – две практики в год (в начале и в конце года).

И последнее. Необходимо возродить моду на интеллект и получение новых знаний как основы будущего профессионального и карьерного роста в интересах развития экономики России.

Хотелось бы в подтверждение высказанных слов напомнить высказывание великого инженера Леонардо да Винчи: «Кто знает, тот может. Только бы узнать – и крылья будут!». Эти слова должны стать

девизом для современной молодежи, чтобы она была способна покорять новые высоты в науке и технике.

Спасибо.

**В. Путин:** Благодарю Вас.

Геннадий Яковлевич, пожалуйста.

**Г. Красников:** Уважаемый Владимир Владимирович!

Я хотел бы сделать одно предложение, исходя из собственного опыта, потому что я заведу двумя кафедрами: в Физико-техническом институте и Московском институте электронной техники. Мы на протяжении 40 лет (уже у нас традиция) готовим для себя специалистов. У нас 150 студентов. Мы на 4-м, 5-м и 6-м курсе сами читаем лекции, семинары ведем, дипломные работы и знаем, как на самом деле, скажем, в Стэнфордском университете, идет подготовка кадров.

Конечно, вузам сейчас очень сложно соревноваться с точки зрения нового технологического оборудования, чистых комнат с промышленными предприятиями. Тем не менее, конечно, в вузах должны быть, особенно в инженерной специальности, современное аналитическое оборудование, технологическое, потому что вокруг него формируются научные школы.

В бытность Андрея Александровича [Фурсенко] Министром была запущена программа «Научно-исследовательский университет». Я считаю, очень положительный эффект от нее. Мы просто чувствуем, как университеты оснастились современным оборудованием, и пошла совершенно по-другому подготовка кадров. Но в этом году эта программа заканчивается, и финансирование ее прекращается.

Мое ощущение и взаимодействие с вузами говорят о том, что надо бы эту программу еще на два-три года продлить, тогда мы закрепим достигнутый успех, а иначе есть такое ощущение, что мы можем здесь отстать немножко. Поэтому я уже говорил, обращаясь к Дмитрию Викторовичу, о том, чтобы эту программу по финансированию научно-исследовательских университетов продолжить на два-три года.

Спасибо.

**В. Путин:** Спасибо большое.

Пожалуйста, Виктор Антонович.

**В. Садовничий:** Я хотел бы вернуться к Вашей мысли, высказанной вначале: правильно ли расположены университеты – как раз проблема инженерных кадров для важных производств, которые вне Москвы. Совсем недавно Конгресс США создал комиссию, комиссия исследовала как раз этот вопрос и сделала такой глобальный вывод, что население Индии, Китая, Юго-Востока быстро развивается, требует высокого образования, а университеты расположены не там. И поэтому перемещаться этим молодым людям в Америку или Европу будет трудно. Это вызов для Америки.

Комиссия Конгресса как раз поставила вопрос, чтобы Америка вовремя среагировала на этот демографический и глобальный вызов, происходящий в мире. Думаю, что такие действия последуют. И комиссия сделала второй вывод, что бизнес и правительство Соединенных Штатов мало внимания в последние годы стали уделять технологическому образованию, особенно в национально-исследовательских университетах США, и обратила внимание на это Президента. Это у них «кухня».

А я хотел бы поддержать Вашу мысль, что действительно нам надо думать, как сделать так, чтобы самые высококвалифицированные кадры перемещались в те места, где есть реальное производство. Я как президент Союза ректоров, проезжая эти регионы, вижу, что все без исключения ректоры жалуются на то, что это очень трудно сделать, потому что идет отток в другом направлении. Во всяком случае, нам надо об этом подумать.

Я согласен, Владимир Владимирович, с Вами полностью, что, конечно, вопрос материальный, он имеет пока приоритет. И если мы создадим хорошие условия, это все-таки уже «а» в этом процессе; «б» – там будут другие, но материальные условия, безусловно, – это приоритет.

Теперь вторая мысль. У нас исторически так получилось, что инженерное образование не присуще классическим ведущим университетам. Был создан Московский, затем Санкт-Петербургский, до этого Харьковский, Виленский, Дерптский, как создавалась империя и университеты, они все исключали инженерное образование. У истоков инженерного образования стоял Петр Первый, когда он создал школу математических и навигацких наук. Но это была попытка, а потом уже создавались Бауманский, горный Санкт-Петербургский, другие университеты. И это было отделено.

Но современные вызовы говорят вот о чем – что современные достижения в инженерных науках, в технологиях как раз стали присущи университетам, объединяющим все науки. Сейчас очень трудно отделить инженерные изобретения от биологии, от генетики, от изучения мозга, психологии. То есть это стало комплексным таким исследованием. И новейшие достижения – именно на стыке всех этих наук.

Мне кажется, что должна последовать реакция ведущих классических университетов на эту проблему. Речь не идет о подготовке инженеров в широком, линейном ключе. Речь идет о том, чтобы прорывные направления технологически тоже были присущи и классическим университетам. Например, в Московском университете мы уже создали три факультета инженерии. Это факультет физико-химической инженерии с «Черноголовкой», Академией наук. Возглавляет как раз директор «Черноголовки» – академик Алдошин. Институт биотехнологии с «Пушино», с Академией наук, возглавляет руководитель «Пушино» этот факультет. Институт биоинженерии, биоинформатики, возглавляет академик Скулачев.

Я думаю, что этот процесс должен идти. Но есть еще одно «но». Наши фундаментальные исследования часто буксуют внутри университета. В лучшем случае они утекают куда-то в другое место и часто за границу. У нас нет цепочки, чтобы фундаментальные

исследования университета превращались в самую-самую высокую технологию, которую, может быть, мы первые сделаем.

Мы выдвинули идею создания таких научно-технологических кластеров-долин при университете. Благо, что у Московского университета есть такая возможность, и мы сейчас начали создавать такую технологическую долину на площади в 100 гектар.

В чем смысл этой долины? С тем чтобы лаборатории факультетов (может быть, не только московского, но и других, если мы сотрудничаем) имели центр коллективного пользования, имели лаборатории, имели, может быть, и маленькие производства. И выбрать те направления, по которым мы точно можем лидировать в мире. Речь не идет о копировании или повторе. И у нас есть такой потенциал, который способен это сделать.

Мне кажется, эта идея впервые – при классическом университете создать мощную научно-технологическую долину, кластер такой. Но я убежден, что за ним будущее. Более того, мы в этом кластер уже начали строить школу для одаренных. Будем собирать ребят со школ со всей России по этому принципу, что он должен быть талантлив и способен, окончив школу, учиться в университете, затем работать в этой долине. Вот такая идея. Мне кажется, она новая и зреет в других университетах – такие кластеры при университетах.

И последнее. Я очень хочу поддержать мысль, высказанную Вами и другими. В переводе слово «инженер» – это изобретатель. Вообще говоря, это как в спорте: если мы не заболеем этой идеей, этой культурой, у нас не будет высоких достижений. Вот заболела наша страна в хорошем смысле массовым спортом, мы получили и хорошие результаты, выдающиеся результаты.

В инженерии я отношусь к тем, кто считает, что в 90-е годы вот эта культура, отношение пропали все-таки. Мы по разным причинам не видели, что это приоритет для страны. Сейчас появляются эти росточки, сейчас изменяется точка зрения и отношение общества. И надо суметь вот эту культуру, начиная со школы, очень важно

со школы, поддержать и заболеть этой культурой «сделай своими руками, сделай сам технологически».

Я об одном соревновании хочу сказать. Третий год идет всероссийское соревнование. Ребята (школьники и студенты) делают ракеты, запускают их на высоту 1–2 километра. Она выстреливает парашют, на парашюте спускается спутник, сделанный руками школьников. Этот спутник фиксирует погоду, передает данные, они это принимают и обрабатывают.

В первый год, такое соревнование было в 2012 году, победила Казань, во второй год Самара победила. Тысячи ребят участвуют в этом соревновании. А сейчас 30 июня, через пару дней, это будет в Дубне (МГУ курирует это соревнование), посмотрим, кто победит. Так вот, важно, что эти ребята своими руками паяют спутник, делают ракету, умеют делать. Если сравнивать с Америкой – Америка продает эти ракеты. Они всячески стараются поощрять, чтобы кружки разные, школьники запускали и исследовали.

Таким образом, третья моя мысль состоит в том, что мы должны со школы начать вовлекать ребят в инженерные дела. А в целом ситуация изменилась к лучшему на сто процентов. Слава богу, что мы находимся сейчас уже в такой среде, в такой обстановке.

Спасибо.

**В. Путин:** Прошу.

**И. Яценко:** Я хотел бы сказать несколько слов по поводу школьной части, упоминалась несколько раз роль школы. Во-первых, подчеркнуть: очевидно, что такой запрос на студентов, который будет сформирован, новых, в нынешней ситуации естественным образом не может удовлетворен школой в том ее состоянии, в котором она есть, хотя все условия для того, чтобы школа соответствующие задачи выполняла, уже созданы, в первую очередь материальные.

Принята концепция математического образования, которая позволит создать базу для того, чтобы математика могла двинуть другие естественные предметы, но это может занять какое-то время, поэтому, во-первых, нужно обратить особое внимание на физику

и информатику, но не директивно, сверху объявлять, например, ЕГЭ по физике обязательным, а нужно создавать условия, при которых и школа, и ребенок будет заинтересован изучать эти предметы, их сдавать.

Это, во-первых, и моральное стимулирование – в прессе какая-то соответствующая кампания, и, может быть, подумать, посмотреть на региональном, и, может быть, где-то на федеральном уровне какие-то стимулы для школ, потому что, конечно, предвуниверситарии в предыдущих университетах, например, в Москве сейчас создан с МИФИ такой проект, школы для одаренных – они какую-то проблему решат, но все-таки нужно системно, чтобы каждая наша школа, которая материально уже достаточно обеспечена, хотела готовить будущих инженеров.

И, может быть, это заложить как дополнительное стимулирование в государственном задании школы, если школа подготовила ребят, успешно сдавших соответствующие приоритетные для страны предметы. И я еще прошу не забыть о таком курсе, который называется курс технологии, который отстал, уже не вчерашний, а позавчерашний день.

Я приведу пример задачи всероссийской олимпиады школьников, которая у нас проходит по всем предметам: «Какое устройство защищает пальцы от прокола иглой?». Это я не шучу, это задание, разработанное центральной комиссией Всероссийской олимпиады школьников.

То есть необходимо максимально срочно вместе с ведущими инженерными вузами реформировать олимпиаду по технологии, чтобы уже с сентября этого года соответствующая олимпиада, ну и сам курс технологии обновлялись. И олимпиада как поиск талантов учитывала современные технологические достижения, проходила с привлечением на местах в регионах ведущих вузов, ведущих предприятий. И тогда, я уверен, у нас эта олимпиада будет пользоваться огромнейшим спросом, и мы сможем обеспечить все задуманное школьными кадрами.

**В. Путин:** Олег Валерьевич, пожалуйста.

**О. Хархордин:** Я хотел бы просто добавить, наверное, к тому, что говорил Александр Александрович Дынкин по поводу экономического аспекта, в целом взгляд из общественных наук. И здесь два пункта.

Первый связан с тем, что сейчас многие министерства, предприятия и университеты оценивают потребность в инженерах, в их качестве. Рассматриваются разные аспекты, но в основном с помощью количественной социологии. Это приводит к тому, что мы получаем процентовки, графики, разные показатели, выраженные количественным языком.

И это, как говорил еще Селюнин во время перестройки, такое приводит к феномену лукавой цифры. Потом мы выдаем задание тоже в цифрах, цифры выполняются. И, как Вы говорили, производится куча бумаги. Очень часто кто-то говорит, что у нас есть громадное количество людей с дипломами инженеров, а вот тех инженеров, которых мы ищем, мы на самом деле не имеем.

Какой здесь выход? В социологии различается количественный и качественный методы. И качественный метод – это когда вы не занимаетесь опросами, потом подсчетами ответов на эти вопросы, а когда человек приходит и занимается глубинным исследованием мотивировки, например, будущего инженера. Это соответственно, например, вопрос того, что есть драйв, вопрос того, что есть деньги, или вопрос того, чтобы получить «корочки» и пересидеть армию.

И пока мы не дифференцируем между этими направлениями людей, идущими в инженеры, нам очень трудно оценить как потребность страны в этих инженерах, так и то, что они будут дальше делать с тем образованием, которое они получают. Поэтому есть необходимость в системном качественном социологическом мониторинге, потому что есть, естественно, люди, которые сами являются инженерами и их воспитывают, и есть те, кто их изучает.

И те, кто их изучает, – пока затребована только одна когорта этих людей, а не другая. Пример: последняя книжка с названием

«инженер» на обложке в профессии социологии вышла в 1989 году. Написала ее Ольга Крыштановская. 25 лет прошло – не было сравнимого исследования. Крыштановская вся ушла в социологию элит. Почему? Там были деньги. Социологией инженеров, потому что у инженеров не было денег, мало кто занимался системно и с помощью качественных методов. Пора бы с этим на самом деле что-то сделать и предложить системный и качественный мониторинг.

Второе. Сегодня, конечно, мы все озабочены состоянием инженерного образования и забываем про общественно-научную составляющую. Александр Александрович [Дынкин] призывал к вниманию к экономическим аспектам, которые нужно рассказывать и прививать будущим инженерам.

Мне хотелось бы сказать, что, исходя даже из той классификации, которая была предложена в нашем главном докладе сегодня, Андрея Ивановича [Рудского], типов инженеров, надо социальные навыки прививать разные разным группам инженеров. Ясно, что это не политэкономия или научный коммунизм, при которых мы все воспитывались. Но что?

Линейному инженеру, например, нужна социология труда, которая не так нужна генеральному конструктору. Человеку, который будет заниматься стартапами, очень важна психология малых групп – сколачивание коллектива, который начнет развивать науку. Техноброкерам, к которым призывает нас, например, Агамирзян в Российской венчурной компании, как связать бизнес-индустрию или производство и университеты, важно, естественно, изучать конфликтологию, теорию переговоров и так далее. Нужно направленное обучение конкретным навыкам, которые сейчас наши обществоведческие дисциплины не преподают.

Если посмотреть на учебно-методические материалы технических вузов, то, конечно, удивляешься, что с этим происходит. Здесь нужна переработка учебно-методических материалов. Это второе предложение. Без этого современный инженер, на каком бы уровне он ни рассматривался, ни линейный, ни инженер-

исследователь, ни генеральный конструктор, без изощренного социального знания, которое требуется сейчас для успешной работы, наверное, это общее место. Я просто хотел подчеркнуть еще раз, что у нас устаревшие учебно-методические материалы.

Спасибо.

**В. Путин:** Спасибо, Олег Валерьевич.

Для того чтобы у нас получился полноценный итоговый документ, который был бы руководством к действию всех структур органов власти, управлений Министерства образования, конечно, мы сейчас заслушаем Министра с его предложениями о том, что нам нужно в ближайшее время сделать, чтобы ситуацию с подготовкой инженеров качественным образом изменить в лучшую сторону.

Пожалуйста.

**Д. Ливанов:** Большое спасибо.

У меня есть несколько комментариев по мотивам обсуждения.

Первое – это работа со школой, профориентация в целом. Мы видим, что те меры, которые в последние годы предпринимались, дают свой результат. У нас год от года растет доля выпускников 11-х классов, которые сдают экзамен по физике и информатике. Сейчас это уже почти 30 процентов.

Это означает, с одной стороны, что престиж инженерной профессии в глазах школьников растет, с другой стороны, увеличивается их уверенность в своих силах, а значит, и повышается качество преподавания физики и информатики в школе. Естественно, мы будем двигаться и дальше, но в целом у нас здесь благоприятная тенденция.

Мы договорились с Российским союзом ректоров о том, что запустим несколько всероссийских олимпиад школьников по инженерному делу на основе федеральных округов с привлечением наших ведущих технических вузов и крупнейших компаний, которые там работают. Мы думаем, что это также повысит мотивацию старшеклассников на изучение технических и естественнонаучных дисциплин в школе.

Третий компонент – это всероссийский студенческий и аспирантский конкурс по инженерии, который мы запускаем с нового учебного года. Для нас крайне важно было привлечь наши ведущие высокотехнологичные компании. Все выразили готовность. И мы этот конкурс запускаем.

И, наконец, последний элемент этой работы – это инженерный фестиваль, который будет фактически весь год проводиться. В начале мы его опробуем в Татарстане как инициаторе, а потом он будет распространен на всю Россию. Это целая серия мероприятий для людей всех возрастов: от дошкольников до пенсионеров, будут показаны достижения современной науки, техники, технологий и будет создаваться правильная мотивация, в том числе и для молодых.

В целом мы отмечаем, что у нас сегодня объемы подготовки инженеров в области техники и технологий достаточны, мы по цифрам вышли на показатели 1980–1982 годов. Дефицита здесь нет. У нас есть дефицит в другом – в знаниях, в умениях выпускников этих программ. Именно над этим мы будем думать.

Что здесь очень важно? В докладе действительно была проведена, на наш взгляд, правильная типология инженерной деятельности. Это деятельность по эксплуатации и управлению техническими системами, и деятельность по разработке новых систем, их внедрению, созданию новых производств. Здесь мы отмечаем, что в принципе уровневая система технического образования, которая у нас сейчас есть (бакалавриат и магистратура), отвечает этой структуре, тоже по существу уровневой, самой инженерной деятельности. Исходя из этого и будем действовать.

У нас введен сейчас новый тип образовательной программы, так называемый прикладной бакалавриат – это инженерная программа с более высокой долей практической подготовки. Это уже реализовано, в прошлом году в пилотном режиме мы приняли 4 тысячи студентов, в этом году примем уже 25 тысяч студентов на этот тип программы. При этом действительно считаем, что центры

такой подготовки должны быть приближены к центрам размещения соответствующих производств, для того чтобы оптимизировать эту работу, в том числе затраты на перемещение и так далее.

Хочу отметить также, что больше трети этой подготовки будет выполняться в интересах предприятий оборонно-промышленного комплекса, и мы впервые здесь включим механизм целевой контрактной подготовки, который предполагается новым законом об образовании. Примем несколько тысяч студентов уже в этом году на такие программы на конкурсной основе, когда, с одной стороны, мы будем финансировать подготовку с удвоенным нормативом для обеспечения более высокой интенсивности и качества и так далее. С другой стороны, предприятия-заказчики будут выплачивать студентам стипендии, обеспечивать им другие меры социальной поддержки, а студенты, как третья часть этого соглашения, будут принимать на себя обязательства три года отработать после окончания программы. Надеемся, что это как раз создаст систему правильного баланса интересов и предприятий, и студентов, и системы образования.

И, естественно, исследовательская, инженерно-технологическая, управленческая магистратура будет реализовываться в наших ведущих университетах, где есть ресурсы и кадровые, и интеллектуальные, и инфраструктурные для реализации проектного подхода, то есть более затратного подхода к этой работе. Еще Андрей Владимирович [Адрианов] высказал, видимо, как любой человек, который не знает толком, как работают высшие учебные заведения, несколько предложений.

Могу сказать, что они уже все почти реализованы. У нас сейчас нет никакого нормирования, нагрузки на преподавателей. Мы отмечаем, что это дело самого вуза – распределять нагрузку. И именно там, где преподаватели не ведут никакой научной работы, вузы как раз и нагружают их учебной работой. А там, где преподаватели работают и занимаются наукой, там у них и нагрузки не превышают

300–400 часов в год, как в наших ведущих вузах, поэтому путать причину и следствие, мне кажется, не стоит.

Сейчас законодательство позволяет создание базовых кафедр университетов на предприятиях, не только в научных организациях, как раньше, но и на предприятиях именно эти базовые кафедры, их сеть уже создается, и станут базой для практик и для реализации новых образовательных программ.

Мы также с Минпромторгом вместе профинансировали создание сети инжиниринговых центров в наших ведущих высших учебных заведениях, там тоже будут проходить эти практические проектные работы, в том числе в области инжиниринга, в области технического дизайна.

Спасибо за внимание.

**В. Путин:** Николай Михайлович, давайте в завершение, что хотели.

**Н. Кропачев:** Спасибо, Владимир Владимирович.

В отличие от многих коллег, кто выступал, Санкт-Петербургский университет столкнулся со сложностями при наборе инженеров в Санкт-Петербургский университет. Оказалось, что их не так много.

Мы не так давно при Вашей поддержке создали научный парк. Это 27 тысяч метров площадей, оборудование на сумму 4 миллиарда рублей. Это оборудование не принадлежит никакому факультету, никакой лаборатории, оно в свободном (безусловно, по особому порядку) доступе к студентам, сотрудникам, ученым, а вот инженеров найти было трудно. Мы вынуждены были искать их за границей, мы должны были тех, кого не нашли за границей, учить в основном за границей.

Но найти для работы на таком высокотехнологичном оборудовании людей в России оказалось невозможно. Возникает вопрос: зарплата была маленькая? Нет, зарплата от 40 до 140 тысяч рублей. Работает оборудование 16 часов в сутки, работают

выдающиеся ученые, приглашенные со всего мира. То есть работа интересная, а удержать сейчас очень тяжело этих людей.

Но что мы получили в ответ? Мы получили вот этот научный парк. И интересный очень факт: 50 процентов наших студентов естественнонаучных специальностей хотят получить дополнительное инженерное образование, для того чтобы быть потом востребованными, может быть, и в нашем парке, но, думаю, не только. И в первую очередь даже не только там.

Мне кажется, что это переход к тезису, который уже сегодня прозвучал, о классических университетах, о науке и возможности использования потенциала. Если учебный процесс построен таким образом, что есть возможность пользоваться этим оборудованием для обеспечения как основных, так и дополнительных образовательных программ, то открывается возможность и для обучения внутри университета.

И что очень важно, сегодня прозвучал этот тезис, я его повторяю: настоящий вуз – это вуз, где есть наука. Замечу, что в докладе про науку не говорилось вообще ни одного слова. Может быть, это не случайно, потому что ощущение, что наука должна быть где-то в других, специализированных научных учреждениях. Но не придут инженеры, в том числе и линейные, на переобучение, если в институте, если в вузе не занимаются наукой, которая ориентирована на то дело, которым занимается инженер. Они придут и приходят уже в том числе и в классические университеты.

Вообще тезис о связи науки, практики и инженерного образования очень важен, он вообще важен для любого образования. И здесь возможны как те механизмы, о которых говорилось уже, так и те, которые предусмотрены действующим законодательством. Никто не мешает те стандарты, те образовательные программы, которые есть в вузах, пропускать обязательно через работодателя. Так делается во многих университетах. Точно так же никто не мешает включать в состав учебно-методических комиссий, научных комиссий

вузов и государственных аттестационных комиссий работодателей. Это право ректора вуза, и его надо реализовывать.

В целом ряде вузов просто внутрь затаскиваются предприятия. Я могу похвастаться, извините, снова повторяюсь, об этом уже как-то говорилось, рядом с нами и Курчатовский центр, и Эрмитаж, и тот потенциал, который получился и у Курчатовки в результате такого человеческого и организационного объединения, по-моему, всячески поощряется и с одной, и с другой стороны. Мы создаем совместный центр коллективного пользования.

А теперь о них. Действительно, приобретено очень много дорогостоящего оборудования. Я помню, как мы отбирали это оборудование, все наши обращения к потребителю, ваши предложения, они практически не получили отдачи. Боюсь, что то же самое проходило и при формировании центров коллективного пользования.

Между тем при приобретении дорогостоящего оборудования очень важно, на мой взгляд, чтобы был заказ от потребителя, от тех руководителей конкретных отраслей, которые потом могут обеспечить возможность использования этого оборудования в своей деятельности. Тогда и профессор, работающий на этом оборудовании, и руководители или конкретные исполнители, работающие в той или иной отрасли, получают в свой ресурс дополнительное оборудование. Не только ученые, но и отрасль конкретная. Я думаю, что можно нормативно закрепить такое требование при приобретении нового оборудования для центров коллективного пользования.

Требования к научно-педагогическим работникам. Почему-то в докладе они отдельно идут от очень верно выстроенной схемы учебных программ. Учебные программы, стандарты должны действительно отталкиваться от тех требований, которые есть к работнику, поступающему работать. Так и требования к педагогическому работнику – они от этого же идут, от этих же требований, а не от чего-то другого. Это не отдельный раздел. Это последовательность: есть требования к работнику, требования

к учебному плану, требования к преподавателю, который должен учить.

И последнее обстоятельство. Мы почувствовали на себе, когда университет примерно в шесть раз отставал от лучших вузов мира по уровню обеспеченности информацией цифровых журналов, наш стандарт был ниже. Мы даже не понимали, на каком уровне находится мировой стандарт. ГОСТы, которые действуют в Российской Федерации, например, требования к материалам при строительстве дорог, ГОСТы 2009, 2008 года, а порой даже более ранние не отвечают современной науке. Они закладывают, на мой взгляд, иные требования к ученым. Может быть, пора попробовать их системно поменять?

Спасибо.

**В. Путин:** Спасибо большое.

Уважаемые коллеги!

Я предлагаю нам завершить дискуссию. Я вот что хотел бы сказать в конце. У нас заделы советского времени явно закончились или заканчиваются по многим направлениям. Весь мир и наша экономика втягиваются, если не вошли уже, в новый технологический уровень совершенно другого качества.

Вопрос, который мы обсуждаем, давно назрел. Повторю еще раз, уже дважды говорил об этом сегодня в ходе нашего разговора, куда ни приедешь, везде на крупных передовых предприятиях один и тот же вопрос: кадры, прежде всего инженерные кадры, их явно не хватает. Это так же, как недостаток инфраструктуры становится ограничителем экономического роста. Это очевидная вещь.

Мы с вами сегодня поговорили по очень многим аспектам этой проблемы, затронули многие аспекты проблемы: это и школьная подготовка, это фундаментальные знания, это география расположения центров подготовки инженерных кадров, крупнейшие наши города и периферия, где работают предприятия. У нас, знаете, сегодня есть и потребность в инженерных кадрах, и возможности их подготовки.

Я уже упоминал в начале нашего разговора одну из своих последних поездок, это было в Архангельской области: приехал на современный ГОК, «Алроса» запустила огромный ГОК по добыче алмазов. Деньги есть, свыше миллиарда вложили евро, по-моему, готовы еще вкладывать, пока отдачи нет, отдача будет через лет пять-шесть. Но они готовы. Финансы у компании есть, источники есть. Они говорят: «Рядом федеральный университет. Где? Дайте нам научные (Николай Михайлович прав) разработки, дайте нам оборудование, мы готовы заплатить. Мы не хотим заказывать за границей, дайте нам то, что нам нужно».

И так по всей стране. Поэтому это не только то, что нам нужно, не только то, что востребовано, это то, что мы можем сделать. Я надеюсь, что в ходе нашей сегодняшней дискуссии, сегодняшнего разговора мы выйдем на документ, который поможет всем нам – и Правительству, и региональным властям, и системе образования – двигаться в нужном направлении энергично, как этого требует время [42].

### **4.3. Выдержки из Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 04.12.2014 года**

«...Уважаемые коллеги! Убежден, Россия способна не только провести масштабное обновление своей промышленности, но и стать поставщиком идей, технологий для всего мира, занять лидирующие позиции в производстве товаров и услуг, которые будут формировать глобальную технологическую повестку, чтобы достижения наших компаний служили символом национального успеха, национальной гордости, как в свое время атомный или космический проекты [65].

Мы уже приняли поправки в законодательство, жесткие экологические стандарты. Они призваны стимулировать предприятия внедрять так называемые наилучшие доступные технологии, стать инструментом постоянного обновления базовых отраслей.

Однако мы обязаны думать и о том, как будем решать перспективные проблемы. В этой связи предлагаю реализовать национальную технологическую инициативу. На основе долгосрочного прогнозирования необходимо понять, с какими задачами столкнется Россия через 10–15 лет, какие передовые решения потребуются для того, чтобы обеспечить национальную безопасность, высокое качество жизни людей, развитие отраслей нового технологического уклада.

Нужно объединить усилия проектных, творческих команд и динамично развивающихся компаний, которые готовы впитывать передовые разработки, подключить ведущие университеты, исследовательские центры, Российскую академию наук, крупные деловые объединения страны. И конечно, пригласить наших соотечественников, которые трудятся за рубежом в науке и в высокотехнологичных отраслях, но, разумеется, тех из них, кто действительно может что-то дать.

Предлагаю Правительству с привлечением Агентства стратегических инициатив организовать эту работу. Важно, чтобы сами представители бизнеса, исследователи, разработчики сформулировали, какие барьеры необходимо снять, какая поддержка им нужна дополнительно. Самые передовые технологии могут заработать, если будут люди, способные их развивать и использовать.

К сожалению, мы по-прежнему обучаем значительную часть инженеров в вузах, которые давно оторвались от реальной производственной базы, от передовых исследований и разработок в своих областях. Пора перестать гнаться за количеством и сосредоточиться на качестве подготовки кадров, организовать подготовку инженеров в сильных вузах, имеющих прочные связи с промышленностью, и лучше, конечно, в своих регионах.

Требование качества в полной мере относится и к рабочим кадрам. К 2020 году как минимум в половине колледжей России подготовка по 50 наиболее востребованным и перспективным

рабочим профессиям должна вестись в соответствии с лучшими мировыми стандартами и передовыми технологиями. Важным показателем эффективности изменений в профессиональном образовании должны стать результаты конкурсов по рабочим и инженерным профессиям. Такая система профессиональных соревнований уже давно существует в мире. Россия в нее активно включилась. Это не только шаг к повышению престижа инженерных и рабочих профессий, но и хорошая возможность ориентироваться на самые передовые рубежи в подготовке инженеров и рабочих, строить на их основе профессиональные и образовательные стандарты.

Вы знаете, что мы сейчас принимаем участие в различных международных соревнованиях по рабочим профессиям. Сейчас у меня этих данных нет, на память их воспроизведу, они очень интересные. Было создано три команды с ведущих предприятий, потом студенты и совсем школьники от 14 до 17 лет. Они выполняли разные задачи, однотипные. Наиболее сложные задачи с наибольшим эффектом решили школьники от 14 до 17 лет. Это касалось и космической отрасли, где они формировали космические аппараты. Это касалось и чисто рабочих направлений деятельности, хотя и это высококвалифицированные рабочие делали. Они обогнали не только специалистов с ведущих наших предприятий, но и студентов из ведущих вузов, причем обогнали по количеству баллов в разы. Это о чем говорит? Это говорит о том, что, во-первых, у нас есть хорошие заделы, есть молодые люди очень талантливые и перспективные. Но это говорит также и о том, что нам нужно многое сделать по изменению системы подготовки рабочих кадров. То, о чем я говорил. Нужно только подойти к этому неформально. Все уже понимают, что надо делать, надо только начать это делать. Начать и никогда не сбавлять темпа по этому направлению, потому что, как известно, как было раньше, так и сейчас, просто качество рабочих специальностей и подготовка рабочих людей изменились, но все

равно самое базовое условие развития экономики – это, конечно, высоко подготовленный и квалифицированный рабочий класс, инженерные кадры. Об этом мы никогда не должны забывать. И нужно, конечно, создать сеть сертификационных центров, где каждый работник смог бы подтвердить свою квалификацию...» [65].

#### **4.4. Выдержки из Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 03.12.2015 года**

«...Уважаемые коллеги! В этом году 1 сентября, как вы знаете, прошла встреча с ребятами, которые собрались в Сочи в центре поддержки одаренных детей «Сириус». У нас действительно очень интересные, целеустремленные дети и молодежь. Мы должны сделать все, чтобы сегодняшние школьники получили прекрасное образование, могли заниматься творчеством, выбрать профессию по душе, реализовать себя, чтобы независимо от того, где они живут, какой достаток у их родителей, у самих ребят были бы равные возможности для успешного жизненного старта [66].

С каждым годом у нас увеличивается число школьников, в течение ближайших десяти лет их будет на 3,5 миллиона больше. Это здорово, это очень хорошо, но важно, чтобы этот рост не сказался на качестве образования и условиях обучения, чтобы достигнутый сегодня уровень продолжал повышаться. В школах требуются дополнительные места. По моему поручению Правительство совместно с регионами подготовило конкретный план действий на этот счет. Принято решение уже в следующем году за счет федеральных средств направить на ремонт, реконструкцию и строительство новых школ до 50 миллиардов рублей.

Но предлагаю посмотреть на эти вопросы шире. Для хорошего образования недостаточно только комфортных зданий. Нужна профессиональная, мотивированная работа учителя, прорывные новые обучающие технологии и, конечно, возможности для творчества, занятий спортом, дополнительного образования.

И конечно, нужно взять все самое лучшее, что было в прежних дворцах пионеров, кружках юных техников и так далее, построить работу на принципиально, конечно, новой, современной основе, с участием и бизнеса, и высших учебных заведений, университетов.

Отмечу такой позитивный факт, как рост интереса молодежи к инженерным и рабочим профессиям, к профессиям будущего. За последние два года конкурс в инженерные вузы увеличился почти вдвое. В 2019 году в Казани состоится мировой чемпионат по профессиональному мастерству. Кстати, Россия первая в мире начала проводить такие соревнования для ребят 10–17 лет. Важно, чтобы эти турниры послужили ориентиром для школьников, для тех, кто только выбирает свою профессию. Мы должны сформировать целую систему национальных соревнований для рабочих кадров. Предлагаю назвать эту систему «Молодые профессионалы». Очень важное направление.

Словом, российскую школу, дополнительное и профессиональное образование, поддержку детского творчества нужно настроить на будущее страны, на запросы как людей, молодых людей в данном случае, так и на запросы экономики, имея в виду перспективы ее развития. Им, ребятам, предстоит решать еще более сложные задачи, и они должны быть готовы стать первыми, стать не только успешными в профессии, но и просто порядочными людьми с прочной духовной и нравственной опорой...» [66].

#### **4.5. Выдержки из Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 01.12.2016 года**

«При этом самое важное, что волнует родителей и учителей, общественность, – это, конечно же, содержание образовательного процесса, насколько школьное образование отвечает двум базовым задачам, о которых говорил еще академик Лихачев: давать знания и воспитывать нравственного человека. Он справедливо

считал, что нравственная основа – это главное, что определяет жизнеспособность общества: экономическую, государственную, творческую [41].

Безусловно, важно сохранить глубину и фундаментальность отечественного образования. В школу уже вернулось сочинение, больше внимания стали уделять гуманитарным предметам.

Но только учебных часов из школьной программы здесь явно будет недостаточно – нужны проекты в театре, кино, на телевидении, музейных площадках, в интернете, которые будут интересны молодым людям, привлекут внимание молодежи к отечественной классической литературе, культуре, истории.

В школе нужно активно развивать творческое начало, школьники должны учиться самостоятельно мыслить, работать индивидуально и в команде, решать нестандартные задачи, ставить перед собой цели и добиваться их, чтобы в будущем это стало основой их благополучной интересной жизни.

Здесь очень много экспериментов в школе проводится, и за рубежом, и у нас; надо быть, конечно, очень аккуратными с этими экспериментами, но двигаться вперед, безусловно, нужно.

Важно воспитывать культуру исследовательской, инженерной работы. За ближайшие два года число современных детских технопарков в России возрастет до 40, они послужат опорой для развития сети кружков технической направленности по всей стране. К этой работе должны подключиться и бизнес, и университеты, исследовательские институты, чтобы у ребят было ясное понимание: все они имеют равные возможности для жизненного старта, что их идеи, знания востребованы в России, и они смогут проявить себя в отечественных компаниях и лабораториях.

Как уже успешный заявил о себе образовательный центр для талантливых ребят «Сириус». Считаю, что нам нужно целое созвездие таких площадок, и рекомендовал бы главам субъектов Российской Федерации подумать о формировании в регионах на базе лучших вузов и школ центров поддержки одаренных детей.

Но при этом что бы хотел здесь сказать и на что бы хотел обратить внимание. В основе всей нашей системы образования должен лежать фундаментальный принцип: каждый ребенок, подросток одарен, способен преуспеть и в науке, и в творчестве, и в спорте, в профессии и в жизни. Раскрытие его талантов – это наша с вами задача, в этом – успех России.

Уважаемые коллеги! Вижу в молодом поколении надежную, прочную опору России в бурном, сложном XXI веке. Верю, что это поколение способно не только отвечать на вызовы времени, но и на равных участвовать в формировании интеллектуальной, технологической, культурной повестки глобального развития.

Не случайно много школьников и студентов участвуют сегодня в волонтерских проектах, они активно развиваются в таких важных сферах, как уход за больными, поддержка пожилых людей с ограничениями по здоровью, образование, спорт, культура, краеведение, поисковые движения, забота о природе и животных...

...Нам потребуются квалифицированные кадры, инженеры, рабочие, готовые выполнять задачи нового уровня. Поэтому совместно с бизнесом выстраиваем современную систему среднего профессионального образования, организуем подготовку преподавателей колледжей и техникумов на основе передовых международных стандартов.

Будем увеличивать число бюджетных мест по инженерным дисциплинам, по ИТ-специальностям, другим ключевым направлениям, которые определяют развитие экономики. В следующем году на базе ведущих вузов, в том числе региональных, будут созданы центры компетенции, они призваны обеспечить интеллектуальную, кадровую поддержку проектам, связанным с формированием новых отраслей и рынков.

Мощным фактором накопления научных и технологических заделов, необходимых для экономического роста, для социального развития, должна служить и фундаментальная наука. Перед ней стоит двоякая задача: оценить, спрогнозировать тенденции будущего

и предложить оптимальные решения для ответа на вызовы, с которыми мы столкнемся.

А в научной сфере, как и везде, будем развивать конкуренцию, поддерживать сильных, способных дать практический результат. Это необходимо учитывать и Российской академии наук, всем научным организациям. Продолжим формирование исследовательской инфраструктуры, которая позволит решать масштабные научные задачи...

...И конечно, деятельность научных центров должна быть тесно интегрирована с системой образования, экономикой, высокотехнологичными компаниями. Нам нужно превратить исследовательские заделы в успешные коммерческие продукты, этим, кстати говоря, мы всегда страдали: от разработок до внедрения огромное время проходит, да и вообще иногда... Это касается не только нашего времени, и даже не советского, а еще в Российской империи все было то же самое. Нужно эту тенденцию переломить – мы можем это сделать. Для решения этой задачи два года назад мы запустили Национальную технологическую инициативу, она призвана обеспечить лидерские позиции российских компаний и продукции на наиболее перспективных рынках будущего...» [41].

#### **4.6. Выдержки из стенограммы выступления Президента Российской Федерации В.В. Путина на Петербургском международном экономическом форуме (17-19 июня 2015 года)**

«...Наши приоритеты – это улучшение делового климата, подготовка кадров для экономики и госуправления, образование, технологии... [67].

...Все, кто стремится занять лидирующие позиции, должны делать ставку на лидеров в бизнесе, в управлении и, конечно, в развитии технологий и образования. Мы немало сделали для укрепления отечественной научно-технической базы, для усиления кооперации науки, образования, промышленности, для практического внедрения разработок в реальное производство...

...Важнейшая задача сегодня – создать для наших компаний стимулы инвестировать в разработку отечественных технологий. Прошу Правительство предложить здесь дополнительные решения.

Кроме того, нужно провести инвентаризацию уже существующих механизмов поддержки прикладных исследований и внедрения инноваций...

Мы запускаем проекты, которые призваны обеспечить мощную технологическую базу для наших компаний не только на сегодня, но и на будущее. При этом горизонты технологического планирования серьезно расширяются. Российские компании должны занять ключевые позиции в тех отраслях и на тех рынках, которые будут определять характер экономики, уклад жизни людей через два-три десятилетия – так, как это произошло с IT-технологиями: за последние 20 лет они коренным образом изменили нашу жизнь.

Для решения таких перспективных задач запущена национальная технологическая инициатива, в ней участвуют ведущие представители науки и высокотехнологичного бизнеса. Очевидно, что это долгосрочный проект, но уже через два-три года должны появиться научные лаборатории, новые компании, образовательные программы для подготовки кадров, способных решать самые современные задачи, работать с передовыми технологиями.

И, наконец, еще одно принципиально важное направление. На недавнем съезде одного из наших ведущих бизнес-объединений, «Деловой России», прозвучала идея наладить эффективную систему трансфера зарубежных технологий. У нас есть успешный опыт переноса в Россию технологий в фармацевтике, автомобилестроении, в производстве потребительских товаров. Важно поставить такую работу на системную основу, задействовать капиталы институтов развития. И прошу Правительство, деловые объединения представить на этот счет конкретные дополнительные предложения, в том числе создать оптимальный формат взаимодействия государства и бизнеса в сфере трансфера технологий.

Далее. Мы прекрасно понимаем, что решающее значение для развития и повышения конкурентоспособности России имеет качество образования. Кстати говоря, вчера об этом говорили и наши коллеги из иностранных инвестиционных компаний, с которыми я вчера встречался. Причем подготовка специалистов должна

осуществляться не только с учетом требований сегодняшнего дня, но и учитывать лучший мировой опыт, перспективы развития технологий и новых рынков...

...Понятно, что очень многое зависит от руководства вузов, от ректоров. Здесь нам также нужны новые лидеры, которые сами глубоко знают производство, знают запросы промышленности, чувствуют тенденции технологического развития. Отечественный бизнес предлагает создать резерв руководящих кадров вузов, которые готовят инженерно-технических специалистов. Думаю, что это правильное предложение, и его необходимо реализовать...

Важнейшая задача – это обновление, повышение качества среднего профессионального образования, укрепление его связи с реальным производством. Во многих регионах уже активно и успешно занимаются развитием так называемого дуального образования, когда практика на конкретных предприятиях сочетается с теоретической подготовкой. Кстати, не случайно, что именно те регионы, которые добились существенного прогресса в развитии среднего профессионального образования, как правило, и являются лидерами регионального рейтинга и в целом демонстрируют высокую социально-экономическую динамику.

Сегодня и инженерная, и рабочая профессии требуют высочайшей компетенции. В соответствии с этим мы выстраиваем систему современных профессиональных стандартов. Основными участниками здесь также являются работодатели, бизнес-объединения в рамках Национального совета по компетенциям и квалификациям при Президенте России.

Считаю необходимым обобщить опыт, объединить наши усилия и выстроить целостную систему подготовки квалифицированных кадров с учетом лучших международных практик. Такая система должна включать в себя все звенья: дополнительное образование в сфере технического творчества детей, среднее профессиональное образование и высшее инженерное образование, национальные и международные чемпионаты рабочих профессий...» [67].

## **5. ПРОЕКТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА<sup>1</sup>**

### **5.1. Общие положения**

1. Настоящей Стратегией определяются рекомендуемые Координационным советом по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» (далее – Координационный совет) дополнительные мероприятия по формированию и реализации Минобрнауки России государственной политики в области развития инженерного образования в Российской Федерации на среднесрочный период до 2020 года.

2. Настоящая Стратегия является первой частью разрабатываемой Координационным Советом Стратегии развития инженерного образования на период до 2025 года и дальнейшую перспективу. Периоды планирования соответствуют этапам реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642.

3. Вопросы финансового обеспечения предложенных мероприятий Стратегии не рассматриваются, так как это относится к компетенции Минобрнауки России.

### **5.2. Роль инженерного образования в развитии России**

4. Настоящая Стратегия принимается в условиях, когда первенство в исследованиях и разработках, высокий темп освоения новых знаний и создания инновационной продукции являются ключевыми факторами, определяющими конкурентоспособность национальных экономик и эффективность национальных стратегий безопасности. В Российской Федерации запущена масштабная

---

<sup>1</sup> Авторы «Проекта стратегии развития инженерного образования в Российской Федерации на период до 2020 года» – А.И. Рудской, А.А. Александров, П.С. Чубик, А.И. Боровков, П.И. Романов.

системная программа развития экономики нового технологического поколения, называемой цифровой экономикой.

5. Россия исторически является одной из мировых научных держав: отечественные научная и инженерная школы эффективно решали задачи социально-экономического развития и обеспечения безопасности страны, внесли существенный вклад в накопление человечеством научных знаний и создание передовых технологий. Этому во многом способствовала адекватная времени и структуре экономики система организации исследований, разработок и подготовки кадров.

6. Начало инженерному образованию в России было положено в 1701 году указом Петра Великого «Об организации в Москве Школы математических и навигационных наук».

7. Значительный прогресс в российском инженерном образовании был достигнут в начале XIX века под влиянием опыта Франции. В 1795 году Конвент Французской республики основал «L'Ecole Polytechnique» – Политехническую школу, ставшую высшим учебным заведением нового типа. При организации этой школы были внедрены новые идеи: введены конкурсные вступительные экзамены; значительное время в учебных программах отводилось на изучение математики, механики и химии; большое внимание уделялось отбору профессоров. Целью школы являлось не только обеспечение преподавания различных предметов, но и дальнейшее развитие инженерных наук с привлечением студентов к этому развитию. Французские инженеры пользовались большим спросом, поэтому в России было принято решение использовать французской опыт. В 1809 году император Александр I подписал манифест, учреждающий Корпус и Институт инженеров путей сообщения. С этого института и началась современная история русской инженерной школы. Студенты на инженерных специальностях получали более широкую математическую подготовку, чем на математическом отделении в Университете Санкт-Петербурга. Инженерная подготовка также отличалась широтой. Создание Корпуса и Института инженеров путей сообщения находилось в непосредственной связи с ключевой

системной задачей государства: созданием грандиозной транспортной инфраструктуры, которая до настоящего времени составляет основу развития России. Положение русских инженерных институтов в первой половине XIX века, пользовавшихся непосредственным покровительством императора, было уникальным для Европы. Это объясняет, почему ни по числу, ни по качеству подготовки инженеров Российская империя не уступала ни одной стране мира.

8. С середины XIX века промышленность России постепенно трансформировалась из ремесленной в фабрично-заводскую, индустриальную. Звание инженера много значило, поскольку находящаяся на подъеме промышленность испытывала нужду в хороших специалистах, привлекало людей из самых разных социальных слоев. Инженерная деятельность обеспечивала достаток, инженеры пользовались уважением в обществе. В этих условиях в 1868 году Императорское Московское техническое училище (ИМТУ) получило статус высшего специального. В ИМТУ была создана всемирно-известная концепция обучения, позже получившая название «русский метод подготовки инженеров». Система подготовки в ИМТУ имела три основных составляющих:

- изучение теоретических предметов на уровне, не уступающем уровню их преподавания в классических университетах;
- практическая подготовка, основанная на реальной работе студентов в условиях, максимально приближенных к тем, с которыми им придется иметь дело на заводах и фабриках;
- постоянная взаимовыгодная связь высшей технической школы с промышленностью.

«Русский метод подготовки инженеров» существенно отличался как от признанной немецкой школы, так и от быстро развивавшейся американской.

9. В конце XIX века промышленность России интенсивно развивалась, что потребовало подготовки большего числа инженеров. Поэтому открывались новые учебные заведения политехнического типа в Киеве, Варшаве, Санкт-Петербурге и Новочеркасске. В 1896 году Томский технологический институт первым из подобных

институтов Министерства народного просвещения перешел на программу политехнического образования.

К началу Первой мировой войны российская система высшего технического образования по всем параметрам заметно превосходила германскую и французскую. Это было достигнуто за счет целенаправленной государственной политики и значительных инвестиций в данную сферу.

10. После Октябрьской революции дореволюционная система высшего технического образования не претерпела серьезных изменений вплоть до реформы 1930 года, когда на основании Постановления ВСНХ СССР старые институты были расформированы, а на базе их факультетов образованы многочисленные отраслевые учебные заведения, находившиеся в ведении хозяйственных наркоматов и осуществлявшие массовый выпуск узкоспециализированных специалистов по укороченной программе. Со временем недостатки такой подготовки стали очевидными, большинство институтов ушли от узкой специализации и вернулись к программам, аналогичным тем, которые были до революции.

11. Послереволюционные эксперименты привели к катастрофическому падению уровня общего (среднего) образования и, как следствие, к падению качества подготовки абитуриентов. Начиная с 1918 года, все типы начальных и средних школ были слиты в «единые трудовые школы» II ступени. При этом была нарушена целостность гимназического образования. Из программ единых трудовых школ 1920-х годов были исключены последние два-три года занятий по математике и другим общеобразовательным предметам, предполагавшиеся в дореволюционных гимназиях и реальных училищах.

В 30-е годы была осознана опасность падения уровня подготовки по общеобразовательным предметам. В Постановлении ЦК ВКП(б) от 25.08.1931 года признавалось, что «коренной недостаток школы в данный момент заключается в том, что обучение в школе не дает

достаточного объема общеобразовательных знаний и неудовлетворительно разрешает задачу подготовки для техникумов и высшей школы грамотных людей, хорошо владеющих основами наук (физика, химия, математика, родной язык, география и т. д.)». В результате была восстановлена традиционная система подготовки, которая при расширении «социальной базы» образования в советский период позволила вновь создать систему инженерной подготовки адекватную новым вызовам – необходимости ускоренной индустриализации в условиях надвигающейся войны. Основы для этого закладывались в школе.

12. В начале XX века физика превращалась в непосредственную основу новой техники и возникла необходимость в специалистах нового типа – инженерах-физиках. В 1918 году А.Ф. Иоффе реализовал модель «физико-технического» образования, организовав в составе Петроградского политехнического института физико-механический факультет для подготовки инженеров-физиков. Принципиальная новизна обучения на факультете состояла, прежде всего, в том, что практическая подготовка студентов осуществлялась на базе Рентгенологического и радиологического института – ведущего научно-исследовательского учреждения. Участие студентов в работе научных коллективов предшествовала серьезная математическая, естественнонаучная и инженерная подготовка. Опыт физико-механического факультета Петроградского политехнического института был в полной мере использован в новых исторических условиях. 10 марта 1946 года Совнарком СССР принял Постановление «Об организации Высшей физико-технической школы СССР». Этим постановлением Министерству высшего образования СССР вменялась в обязанность для подготовки высококвалифицированных специалистов по важнейшим разделам современной физики организовать в МГУ им. М.В. Ломоносова физико-технический факультет. Обстоятельства, в которых принималось это Постановление, были исключительными. За пять дней до его подписания (5 марта 1946 года) У. Черчилль выступил в

Фултоне с речью о холодной войне, призывая Великобританию и США объединиться в военно-политическом союзе против СССР.

13. Таким образом, русская инженерная школа с начала XIX века принципиально основывалась на единстве триады «образование – наука – промышленность» при ведущей роли ее промышленной компоненты. Благодаря русской инженерной школе и системе инженерного образования в России стало возможно создание железнодорожной отрасли в 40–80-х годах XIX века и атомной и ракетно-космической отраслей в 40–80-х годах XX века. Эти два технологических прорыва на длительное время обеспечили вхождение России в число промышленных стран-лидеров и внесли огромный вклад в построение той технической среды, в которой человечество живет сегодня.

Плановая «экономика знаний» основывалась на достижениях фундаментальной науки, что предопределило успешное выполнение в СССР целого ряда стратегически важных государственных проектов. Плановая «экономика знаний» СССР принципиально опиралась на «культ знаний», особенно в области точных наук, который в результате целенаправленной политики государству удалось сформировать и поддерживать до 1991 года. Умение решать сложные научные и технические задачи на основе фундаментальных знаний открывало путь к государственному и общественному признанию, материальному благополучию, вхождению во властные структуры и, что не менее важно, масштабному техническому творчеству. На приобретение этих умений и знаний через многолетний, кропотливый труд на школьной и вузовской ступенях была нацелена естественнонаучная компонента массовой образовательной системы СССР. Школьная и вузовская ступени были неразрывно связаны. В первую очередь решались задачи фундаментального освоения школьниками естественнонаучных предметов, а затем и студентами дисциплин естественнонаучного цикла. На младших курсах всех технических вузов СССР изучались фундаментальные основы высшей математики и общей физики, на которые опирались базовые и

специализированные курсы инженерных дисциплин. Благодаря этому в СССР технические вузы, независимо от специализации, фактически готовили специалистов широкого профиля, способных быстро адаптироваться к работе в любой технической области. Определенная избыточность системы массовой подготовки инженерных кадров обеспечивала возможность формирования технически подготовленного управляющего персонала предприятий и государственных структур. О высокой эффективности советской системы подготовки кадров свидетельствуют и события, произошедшие после распада СССР. Это успехи на мировом рынке труда эмигрировавших в 90-е и 2000-е годы из России и стран СНГ ученых и высококвалифицированных специалистов – воспитанников советской системы образования. По данным Российской академии наук, Комиссии по образованию Совета Европы и Фонда науки, в 90-е годы в зарубежных университетах, научно-исследовательских организациях и компаниях были трудоустроены не менее 250–300 тыс. высокообразованных россиян. Образовательная и научная база, комплекс практических навыков и умений, уровень общей культуры этих специалистов оказались достаточными для их востребованности и быстрой трудовой и социальной адаптации в таких странах с рыночной «экономикой знаний», как США, Канада и государства Западной Европы.

14. После 1991 года приоритет в экономической сфере России был отдан использованию механизмов мирового рынка и национальных институтов развития для встраивания отдельных предприятий и учреждений национальной промышленности, науки и образования в мировую систему разделения труда, сформированную лидерами рыночной «экономики знаний». В результате к началу XXI века наука, образование и промышленность России представляли собой не единый взаимоувязанный национальный комплекс, а являлись множеством независимых друг от друга промышленных предприятий, научно-исследовательских институтов, университетов, индивидуально встраивавшихся в промышленную, научную и

образовательную компоненты глобальной мировой инновационной системы.

15. С начала 2000-х годов начался этап перехода России к инновационной экономике. В 2014 году Президент России В.В. Путин отмечал: «За последние годы мы предприняли ряд шагов, направленных на укрепление отечественной инженерной школы. Созданы национальные исследовательские университеты, ориентированные на подготовку современных технических кадров. Начиная с 2006 года, в развитие материальной базы инженерных факультетов целевым образом было вложено более 54 миллиардов рублей. Удалось повысить уровень подготовки специалистов, в том числе по таким критически важным направлениям, как авиационная, атомная, автомобильная промышленность, металлургия, энергетическое машиностроение.

Отрадно и то, что общественный престиж профессии растет, карьера инженера становится привлекательной с точки зрения статуса и материального достатка. В стране запускаются крупные индустриальные проекты, в рамках которых инженерам по-настоящему интересно и амбициозно работать.

Закономерно, что все больше школьников увлекаются математикой, физикой, химией. Ректоры крупных вузов сообщают о том, что определенная тенденция к повышению престижности этих профессий растет, и количество абитуриентов увеличивается».

16. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642:

а) констатировано, что развитие по сценарию: «импорт технологий и фрагментарное развитие исследований и разработок, интегрированных в мировую науку, но занимающих в ней подчиненные позиции» ведет к утрате технологической независимости и конкурентоспособности России;

б) определен в качестве приоритетного сценарий научно-технологического развития России: «лидерство по избранным

направлениям научно-технологического развития в рамках как традиционных, так и новых рынков технологий, продуктов и услуг и построение целостной национальной инновационной системы».

### **5.3. Государственная политика Российской Федерации по развитию инженерного образования**

17. Президент России В.В. Путин неоднократно выступал, обсуждал проблемы и формулировал задачи, связанные с развитием инженерного образования, в том числе: на заседании Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию 23 июня 2014 года; на Петербургском международном экономическом форуме 17 июня 2015 года; в своих посланиях Федеральному Собранию 03 декабря 2015 года и 01 декабря 2016 года; во время посещения предприятия «Этерно» в декабре 2016 года; на совещании по развитию лёгкой промышленности 24 августа 2017 года в г. Рязани.

18. В Российской Федерации принят целый комплекс стратегических документов федерального уровня, которые учтены в настоящей Стратегии, в том числе: Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; Стратегия Научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642; Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203; программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 г. № 1632-р и др.

19. На заседании Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию 23 июня 2014 года были проанализированы проблемы и сформулированы предложения по развитию инженерного образования, в том числе:

19.1. Президент России В.В. Путин открывая заседание, сказал:

«Сегодня лидерами глобального развития становятся те страны, которые способны создавать прорывные технологии и на их основе формировать собственную мощную производственную базу. Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости.

Надо максимально приблизить профессиональное образование к реальному производству. Большинство, во всяком случае, ведущих, вузов страны расположены в Европейской части, преимущественно в Москве и Санкт-Петербурге. Получается, что специалисты в области металлургии, по некоторым другим направлениям, которые востребованы на других территориях, территориях перспективного развития, находятся в одном месте – за тысячи километров, а кадры находятся совсем на других территориях. Понятно, что о нормальной производственной практике, о подготовке специалистов под потребности конкретного завода, конкретного предприятия, конкретной компании в такой ситуации трудно вести речь.

На что считаю важным здесь обратить внимание. Первое. Надо изменить саму структуру образовательного процесса в технических вузах, больший акцент необходимо делать на практические занятия – конечно, не в ущерб теории, не в ущерб лекционной работе, тем не менее, побольше практики должно быть, побольше подходов к научным исследованиям студентов и преподавателей.

Второе. Одновременно следует создавать возможности для внутренней академической мобильности, чтобы преподаватели из Москвы и Санкт-Петербурга, других крупных городов страны обучали студентов в региональных вузах и в свою очередь сами получали практический опыт, знакомились с работой крупнейших предприятий, вели исследовательскую работу по востребованным промышленностью темам.

Третье. Будущих инженеров должны учить не только ученые, но и практики. Следует устранить барьеры, которые не позволяют

вузам привлекать специалистов, работающих на конкретных предприятиях.

Еще одна важная тема. Нужны не только инженеры, но и лидеры больших коллективов, способные реализовать масштабные проекты. В этой связи считаю необходимым создать условия для развития проектно-ориентированного образования инженерных кадров, адаптировать к этим задачам образовательные стандарты, использовав лучшие наработки и советской инженерной школы, передовой зарубежной, и наш отечественный опыт.

Одновременно следует стимулировать студентов к осуществлению первых проектов. Это могут быть ребята с разных факультетов, учебных заведений, готовые работать в команде и решать конструкторские задачи, реализовывать свои идеи. Для поддержки студенческих коллективов будем развивать систему конкурсов, соревнований».

19.2. Из выступления члена президиума Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию А.И. Рудского:

«Сегодня наибольший дефицит промышленность испытывает в линейных инженерах, в частности, в мастерах производственных участков, в технологах начальных разрядов. Массовая подготовка таких специалистов должна быть основана на специально разработанных практико-ориентированных программах высшего образования, сочетающих базовую естественнонаучную и общеинженерную подготовку с практическим профессиональным обучением.

Новые технологии и продукты возникают, как правило, в процессе конвергенции различных областей знаний и базовых технологий. В системе инженерного образования необходимо выделить направления подготовки инженеров, основанные на принципах меж- и мультидисциплинарности, базирующихся в первую очередь на глубоком, фундаментальном физико-математическом образовании. Основная компетенция таких инженеров – создание новых конкурентоспособных продуктов на основе интеграции

достижений в различных областях знаний и передовых наукоемких технологий. Мы должны развивать подготовку инженеров качественно новых и взаимодополняющих типов, причем, отмечу, их не должно быть очень много: это инженеров-исследователей и разработчиков – так называемый инженерно-технологический спецназ, современный, владеющий технологиями мирового уровня, например нанотехнологиями, технологиями суперкомпьютерного инжиниринга, передовыми технологиями цифрового производства; инженеров-исследователей, способных обеспечивать инновационные прорывы в высокотехнологичных отраслях, инженеров – системных интеграторов; инженеров-организаторов и инженеров-предпринимателей.

Развитие учебно-лабораторной базы за счет приобретения вузами современного промышленного оборудования объективно не всегда возможно. В этой ситуации основной путь развития – это организация эффективного взаимодействия с высокотехнологичными компаниями через создание базовых кафедр, совместных учебно-научных и инновационных лабораторий, инжиниринговых и инновационно-технологических центров.

Решение вопросов качественного улучшения подготовки инженеров тесно связано и с изменением роли нормативов финансового обеспечения государственного задания. Сегодня нормативы зачастую консервируют средний для всех уровень подготовки, а должны стимулировать ускоренное развитие ключевых компетенций инженерных кадров до мирового уровня».

19.3. Из выступления члена президиума Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию С.В. Кириенко:

«Если сейчас по программе конкурентоспособности лучших вузов начать филиалы включать в оценку с головным институтом, понятно, что в филиалах не хватит такого количества остепененных преподавателей и целого ряда других показателей. У них с практикой все лучше, но по параметрам они, конечно, не удержатся с московской площадкой.

Их надо как-то вывести в отдельную оценку. Потеряем вот это уникальное преимущество возможности прохождения практики в филиалах, когда теоретические знания даются в головном институте, а очень большую практику люди проходят непосредственно в филиалах.

Можно, подумать о системе каких-то коэффициентов, повышающих профильные специальности. То есть, когда человек поступает по профильной специальности, то для него мог бы существовать какой-то повышающий коэффициент (по баллам ЕГЭ профильного предмета – *прим. авт.*), позволяющий отобрать именно тех, кто, в общем, более склонен к этому типу деятельности».

19.4. Из выступления члена президиума Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию А.В. Адрианова:

«Необходимо совершенствовать систему базовых кафедр и совместных лабораторий, создаваемых вузами и функционирующих на базе научно-исследовательских организаций и промышленных предприятий, увязывая их деятельность не только с возможностью проведения производственных практик для студентов, но и с возможностью проведения там регулярных занятий, в том числе с привлечением специалистов этих предприятий».

19.5. Из выступления члена президиума Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию И.В. Яценко:

«Принята концепция математического образования, которая позволит создать базу для того, чтобы математика могла двинуть другие естественные предметы, но это может занять какое-то время, поэтому, во-первых, нужно обратить особое внимание на физику и информатику, но не директивно, сверху объявлять, например, ЕГЭ по физике обязательным, а нужно создавать условия, при которых и школа, и ребенок будет заинтересован изучать эти предметы, их сдавать.

И, может быть, это заложить как дополнительное стимулирование в государственном задании школы, если школа

подготовила ребят, успешно сдавших соответствующие приоритетные для страны предметы».

19.6. Из заключительного слова Президента России В.В. Путина:

«Весь мир и наша экономика втягиваются, если не вошли уже, в новый технологический уровень совершенно другого качества.

Мы с вами сегодня поговорили по очень многим аспектам этой проблемы, затронули многие аспекты проблемы: это и школьная подготовка, это фундаментальные знания, это география расположения центров подготовки инженерных кадров, крупнейшие наши города и периферия, где работают предприятия. У нас сегодня есть и потребность в инженерных кадрах, и возможности их подготовки».

20. На Петербургском международном экономическом форуме 17 июня 2015 года Президент России В.В. Путин поставил задачи по развитию образования:

«Мы прекрасно понимаем, что решающее значение для развития и повышения конкурентоспособности России имеет качество образования. Причем подготовка специалистов должна осуществляться не только с учетом требований сегодняшнего дня, но и учитывать лучший мировой опыт, перспективы развития технологий и новых рынков.

Считаю необходимым обобщить опыт, объединить наши усилия и выстроить целостную систему подготовки квалифицированных кадров с учетом лучших международных практик. Такая система должна включать в себя все звенья: дополнительное образование в сфере технического творчества детей, среднее профессиональное образование и высшее инженерное образование ...».

21. В послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию 03 декабря 2015 года В.В. Путин отметил:

«Для хорошего образования недостаточно только комфортных зданий. Нужна профессиональная, мотивированная работа учителя, прорывные новые обучающие технологии и, конечно, возможности

для творчества, занятий спортом, дополнительного образования. И конечно, нужно взять все самое лучшее, что было в прежних дворцах пионеров, кружках юных техников и так далее, построить работу на принципиально, конечно, новой, современной основе, с участием и бизнеса, и высших учебных заведений, университетов.

Словом, российскую школу, дополнительное и профессиональное образование, поддержку детского творчества нужно настроить на будущее страны, на запросы как людей, молодых людей в данном случае, так и на запросы экономики, имея в виду перспективы ее развития».

22. В послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию 01 декабря 2016 года В.В. Путин поставил стратегические задачи:

«Для выхода на новый уровень развития экономики, социальных отраслей нам нужны собственные передовые разработки и научные решения. Необходимо сосредоточиться на направлениях, где накапливается мощный технологический потенциал будущего, а это цифровые, другие, так называемые сквозные технологии, которые сегодня определяют облик всех сфер жизни. Страны, которые смогут их генерировать, будут иметь долгосрочное преимущество, возможность получать громадную технологическую ренту. Те, кто этого не сделает, окажутся в зависимом, уязвимом положении. Сквозные – это те, которые применяются во всех отраслях: это цифровые, квантовые, робототехника, нейротехнологии и так далее.

Предлагаю запустить масштабную системную программу развития экономики нового технологического поколения, так называемой цифровой экономики. В её реализации будем опираться именно на российские компании, научные, исследовательские и инжиниринговые центры страны».

23. На совещании по развитию лёгкой промышленности 24 августа 2017 года в г. Рязани Президент России В.В. Путин сказал:

«Нужно наращивать кадровый потенциал лёгкой промышленности, возрождать престиж профессии и привлекать в

отрасль молодых специалистов. Сегодня основные образовательные учреждения по этому профилю сосредоточены в Москве, тогда как производственные мощности находятся в основном в регионах Российской Федерации.

Нужно внимательно проанализировать эту ситуацию. Будущие кадры должны обучаться там, где есть практика, где можно применить получаемые знания, в том числе предлагаю рассмотреть возможность открытия профильных кафедр при ведущих предприятиях отрасли».

24. В Стратегии Научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 отмечены факторы, которые также необходимо учитывать при определении путей развития инженерного образования:

а) сжатие инновационного цикла: существенно сократилось время между получением новых знаний и созданием технологий, продуктов и услуг, их выходом на рынок;

б) размывание дисциплинарных и отраслевых границ в исследованиях и разработках;

в) резкое увеличение объема научно-технологической информации, возникновение принципиально новых способов работы с ней и изменение форм организации, аппаратных и программных инструментов проведения исследований и разработок;

г) рост требований к квалификации исследователей, международная конкуренция за талантливых высококвалифицированных работников и привлечение их в науку, инженерию, технологическое предпринимательство;

д) возрастание роли международных стандартов, выделение ограниченной группы стран, доминирующих в исследованиях и разработках, и формирование научно-технологической периферии, утрачивающей научную идентичность и являющейся кадровым «донором».

25. В Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы, утвержденной Указом

Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. № 203, указано, что ключевыми направлениями повышения конкурентоспособности российских информационных и коммуникационных технологий, в том числе, являются:

- а) развитие науки, техники, технологий;
- б) подготовка квалифицированных кадров в сфере информационных и коммуникационных технологий.

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 г. № 1632-р, определяет основные цели в области подготовки кадров для цифровой экономики:

- создание ключевых условий для подготовки кадров цифровой экономики;
- совершенствование системы образования, которая должна обеспечивать цифровую экономику компетентными кадрами;
- рынок труда, который должен опираться на требования цифровой экономики;
- создание системы мотивации по освоению необходимых компетенций и участию кадров в развитии цифровой экономики России.

26. Таким образом, выше представлен анализ проблем инженерного образования России и предложения по их решению, а также перечислены задачи по развитию инженерного образования России, сформулированные в документах стратегического планирования федерального уровня, выступлениях Президента России и участников заседаний Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию. Анализ истории развития инженерного образования России, показал, что перечисленные выше меры в полной мере учитывают лучший опыт отечественного инженерного образования и закладывают основы восстановления мирового приоритета российского образования. Кроме этого, российское инженерное образование на всех этапах своего развития воспринимало и творчески развивало лучший мировой опыт.

#### **5.4. Основные меры по реализации государственной политики в области развития инженерного образования в рамках программ госкорпораций, некоммерческих организаций и Минобрнауки России**

27. Ряд задач по развитию инженерного образования успешно решают госкорпорации и некоммерческие организации (Агентство стратегических инициатив, Фонд содействия инновациям) в рамках корпоративных и иных мероприятий, например:

27.1. Госкорпорация РОСАТОМ реализует проект «Школа Росатома», направленный на сохранение в городах присутствия предприятий госкорпорации высокого образовательного уровня, особенно в области физико-математической подготовки школьников.

Проект «Школа Росатома» предусматривает:

- ежегодные профессиональные конкурсы для педагогов, управленцев и целых коллективов детских садов и школ;

- сеть «атомклассов» – специальных профильных классов в лучшей школе каждого города-участника проекта «Школа Росатома», в которых детям обеспечиваются условия для более высокого уровня физико-математической подготовки, а также углубленное изучение ядерной физики;

- систему мероприятий, направленную на создание условий для поддержки талантливых детей («Метапредметная олимпиада школьников», ассамблеи старшеклассников «Атомвстречи» и «Люди будущего», отраслевая смена для одаренных детей в ВДЦ «Орлёнок»); а также профессиональную среду общения между директорами школ, заведующими детскими садами, педагогами из всех городов-участников проекта.

27.2. Госкорпорация РОСТЕХ реализует проекты:

- «Сотрудничество с вузами» – предметное сотрудничество с передовыми российскими многопрофильными вузами по созданию совместных образовательных программ и системы мотивационных стимулов для молодых специалистов.

- «Интеграция образования, науки и производства» – совместная работа с вузами по созданию и совершенствованию системы целевой контрактной подготовки специалистов и дополнительной профессиональной подготовки кадров.

- «Программа «ЗАПУСК» – программа интенсивного обучения проектных, технологических и инженерных команд для создания новых продуктов и услуг гражданского назначения.

- «Программа «КУРС» – программа интенсивного обучения руководителей производственных компаний и корпораций.

27.3. Госкорпорация «Роскосмос» совместно с образовательными организациями реализует проекты, направленные на создание устойчивой системы непрерывной подготовки инженерных кадров, включающую:

- комплекс проектов по ранней профориентации школьников и студентов младших курсов с целью выявления наиболее талантливой молодёжи и вовлечения школьников и студентов в целевую подготовку для ракетно-космической отрасли («Воздушно-инженерная школа», ДНИ РОСКОСМОСА, профильные смены, Олимпиада «Космос»);

- системное сотрудничество с вузами по повышению качества профильных образовательных программ («Новые кадры для ОПК», оценка эффективности базовых кафедр, профессионально-общественная аккредитация);

- вовлечение студентов в проектно-ориентированную и научную деятельность по направлениям ракетно-космической отрасли: проект по запуску малых космических аппаратов, всероссийский конкурс научных проектов «Орбита молодежи»;

- реализация программ подготовки отраслевого кадрового резерва по ключевым специальностям ракетно-космической отрасли.

27.4. Группа РОСНАНО (включает ООО «УК «РОСНАНО» и Фонд инфраструктурных и образовательных программ») реализует:

- Образовательные программы по заказу рынка труда, тематика которых задается предприятиями nanoиндустрии, исходя из их

актуальных кадровых потребностей. Образовательные программы имеют модульную структуру и включают в себя дистанционные курсы, виртуальные симуляторы и тренажеры, обеспечивая, таким образом, минимальный отрыв обучаемого персонала от производства.

- Проект «Сетевая межвузовская программа подготовки инженеров в сфере высоких технологий» направлен на подготовку специалистов инженерно-технического профиля, обладающих фундаментальным инженерно-техническим образованием, а также компетенциями в области технологического предпринимательства и инновационного развития бизнеса. Обучение предусматривает глубокую интеграцию университетского образования с научно-исследовательской и опытно-конструкторской работой. Студенты совмещают работу и учебу на базе инновационно ориентированных компаний Москвы, которые берут на себя обязательства по организации работы студентов в наукоемком проекте. В итоге студент защищает две аттестационные работы: магистерскую диссертацию по научному или инженерному направлению и проектное предложение по предпринимательскому направлению (аналог бизнес-плана).

- Проект «Школьная лига РОСНАНО», направленный на повышение качества естественнонаучного образования в российских школах и создание условий для роста мотивации детей школьного возраста к получению естественнонаучного образования, ранней профессиональной ориентации с целью выбора специальностей исследовательского, инженерно-технического и техно-предпринимательского профиля в области высоких технологий (прежде всего, нанотехнологий). В рамках проекта сформировано и развивается сетевое сообщество, объединяющее представителей общеобразовательных школ Российской Федерации, бизнеса, науки и производства; действуют региональные ресурсные центры, в задачи которых входит распространение разработанных образовательных программ, учебно-методических материалов, методов и технологий; для учащихся и педагогов создаются учебно-методические материалы в области техно-предпринимательства и естественных наук.

## 28. Агентство стратегических инициатив реализует:

- Инициативу «Новая модель дополнительного образования детей», направленную на формирование устойчивой многоуровневой системы внешкольной работы с детьми, базирующейся на государственно-частном партнерстве и реализации современных программ дополнительного образования с целью выявления и развития таланта в каждом ребенке. Наиболее известным результатом этой инициативы является создание сети детских технопарков «Кванториум».

- «Национальную технологическую инициативу», в рамках которой решение задачи обеспечения компаний кадрами нового типа основывается, с одной стороны, на проектировании технологий, формирующих перспективные рынки, и компетенций, необходимых для генерации прорывных решений, с другой стороны, на построении системы раннего выявления и развития талантов, создании среды, позволяющей этим талантам реализовать свой потенциал. По направлению «Таланты НТИ» запущен ряд проектов, таких как Олимпиада НТИ (инженерное командное соревнование, включающее в себя помимо общих дисциплинарных задач также практико-ориентированные задачи).

- Инициативу «Кадровое обеспечение промышленного роста». В рамках этой инициативы действует Союз «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» – официальный оператор международного некоммерческого движения WorldSkills International, миссия которого – повышение стандартов подготовки кадров. Помимо организации чемпионатов, Союз «Молодые профессионалы» занимается внедрением мировых стандартов в национальную систему среднего специального и высшего образования. Основными перспективными мероприятиями в части движения «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» могут стать создание специализированных центров компетенций нового инженерного образования в образовательных учреждениях высшего образования, реализующих образовательные программы подготовки инженерных кадров по

приоритетным направлениям; апробирование новых моделей образовательных программ бакалавриата и магистратуры по приоритетным направлениям с учетом стандартов Ворлдскиллс.

29. Фонд содействия инновациям реализует:

- Программу «Умник», направленную на поддержку коммерчески ориентированных научно-технических проектов молодых исследователей.

- Программу «Старт», поддерживающую создание новых и развитие существующих малых инновационных предприятий, стремящихся разработать и освоить производство нового товара, изделия, технологии или услуги с использованием результатов собственных научно-технических и технологических исследований, находящихся на начальной стадии развития и имеющих значительный потенциал коммерциализации.

30. Минобрнауки России в рамках своих мероприятий, в том числе в ходе реализации Федеральной целевой программы развития образования на 2016 – 2020 годы, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 23.05.2015 г. № 497, успешно решает многие проблемы и задачи развития инженерного образования России, определенные в рамках целеполагания на федеральном уровне (раздел III Стратегии).

Например, в рамках Мероприятия 1.1 «Модернизация системы высшего образования посредством разработки, апробации и распространения образовательных программ и моделей вузов в соответствии с задачами социально-экономического развития Российской Федерации и субъектов Российской Федерации» реализуются комплексные проекты, направленные на решение задач развития региональных университетов, имеющих ключевое значение для промышленного и социально-экономического развития субъектов Российской Федерации; а также задач подготовки технической элиты, способной создавать сложные инженерные проекты и управлять ими.

Мероприятия 3.1 «Обновление содержания и технологий дополнительного образования и воспитания детей» и 3.4 «Создание

необходимых условий для выявления и развития творческих и интеллектуальных способностей талантливых учащихся и студентов» направлены на решение поставленной выше задачи настройки «российской школы, дополнительного и профессионального образования, системы поддержки детского творчества на будущее страны, на запросы, как молодых людей, так и на запросы экономики, имея в виду перспективы ее развития».

31. Таким образом, деятельность Минобрнауки России, госкорпораций и институтов развития позволяет решить многие проблемы и задачи развития инженерного образования, определенные в рамках целеполагания на федеральном уровне. Однако, ряд сформулированных выше новых вызовов, проблем и задач требует поиска дополнительных путей решения, а именно:

а) задача создания национальной системы формирования инженерного мышления у будущих инженеров, начиная с дошкольного возраста и профессионального отбора при поступлении на инженерные направления подготовки и специальности; создание рейтинговой системы контроля на всех этапах подготовки будущих инженеров;

б) задача максимального географического приближения профессионального образования к реальному производству, создания возможностей для внутрироссийской академической мобильности студентов и преподавателей, повышения практико-ориентированности образовательных программ за счет учета требований рынка труда (в том числе, сформулированных в профессиональных стандартах), открытия профильных кафедр ведущих российских университетов при высокотехнологичных производственных предприятиях;

в) задача совершенствования системы образования, которая должна обеспечивать цифровую экономику компетентными кадрами, в том числе, за счет формирования так называемого «инженерного спецназа» и кадров высшей квалификации, владеющих технологиями мирового уровня для решения уникальных производственных задач экономики нового технологического уклада – цифровой экономики.

## **5.5. Анализ международного опыта развития инженерного образования**

32. При формировании предложений по развитию инженерного образования России может быть полезен анализ опыта США, Великобритании и других стран в развитии STEM-образования и профессиональной докторантуры.

33. STEM (S – наука (science), T – технологии (technology), E – инженерное дело (engineering), M – математика (mathematics)) – термин, используемый в США и других западных странах для обозначения естественнонаучной и технической областей знания.

33.1. Активное развитие STEM-образования в США началось после запуска советского спутника в 1957 году. В это время президент США Д. Кеннеди направил нашего бывшего соотечественника профессора С.П. Тимошенко в СССР для того, чтобы разобраться, в чем причина технологического отставания США. С.П. Тимошенко констатировал «всю отсталость Америки в деле организации инженерного образования». Предложения С.П. Тимошенко, подготовленные по итогам поездки в СССР и предпринятые на их основе энергичные действия правительства США, выделившего средства для расширения исследовательской деятельности, подготовки докторов в области технических наук, развитие STEM-образования в последующие годы позволили исправить эту ситуацию. Через полтора десятка лет после поездки в СССР С.П. Тимошенко писал: «Обдумывая причину наших достижений в Америке, я прихожу к заключению, что немалую долю в этом деле сыграло образование, которое нам дали русские высшие инженерные школы».

33.2. Проблемами подготовки STEM-кадров в США занимаются на федеральном уровне. В соответствии с Законом «О координации действий в области STEM-образования» (STEM Education Coordination Act of 2009) создан Комитет при Научно-Технологическом Совете (National Science and Technology Council) для формирования федеральных программ и мероприятий в области

поддержки STEM-образования (далее – Комитет) и координации действий федеральных агентств по реализации этих программ, среди которых программы Департамента энергетики, программы NASA, программы Национальной администрации океанических и атмосферных исследований, программы Департамента образования и других федеральных агентств.

Комиссия по науке, инженерному делу и общественной политике Академии наук США также разработала список мероприятий, необходимых для развития STEM-образования. Наиболее важные из них предусматривают:

а) увеличение потенциала обучающихся за счет повышения качества дошкольного и школьного математического образования в рамках программы K-12 STEM (образование от детского сада до 12 класса школы);

б) повышение квалификации учителей с помощью их дополнительного обучения в области математики и технологий;

в) увеличение потока абитуриентов, подготовленных к поступлению в колледжи и вузы для получения STEM-образования.

В США большое внимание уделяется взаимосвязи школ и университетов. Созданы разнообразные способы их взаимодействия. При проведении оценки заявок на финансирование исследовательских проектов, поступающих от университетов, учитывается наличие в проектах предложений по использованию результатов исследований, направленных на усиление связей с системой K-12.

33.3. В Великобритании признана необходимость изменения общественного мнения о технических и инженерных профессиях в национальных масштабах. Мнение общества, особенно родителей и учителей, оказывает большое влияние на молодых людей. Политики и общественные деятели также играют важную роль в формировании общественного мнения. Для решения этой проблемы ведется работа по созданию и запуску национальной кампании по позиционированию

инженерного образования в общественном сознании и улучшению отношения молодых людей к инженерной карьере.

В Великобритании на национальном уровне осознана проблема, возникшая при развитии STEM-образования и связанная с системой оценки деятельности школ. Некоторые школы для получения более высоких результатов (и более высокого финансирования) ориентируют учащихся на очень узкий перечень предметов, прежде всего гуманитарных, более легких в изучении. В результате школьники упускают возможность сформировать фундаментальную базу для дальнейшего развития в инженерных областях.

33.4. Таким образом, исходя из анализа международного опыта развития STEM-образования, можно сделать следующие выводы:

а) для России и Великобритании общей является проблема несовершенства системы оценки деятельности школ;

б) наличие в США федерального органа в области поддержки STEM-образования является эффективным механизмом координации всех заинтересованных сторон в развитии этого образования;

в) одной из приоритетных государственных задач является увеличение потенциала обучающихся за счет повышения качества дошкольного и школьного математического образования в рамках программы K-12 STEM (образование от детского сада до 12 класса школы);

г) в Великобритании ведется работа по созданию и запуску национальной кампании по улучшению позиционирования инженерного образования в общественном сознании.

34. Система подготовки и аттестации научно-педагогических кадров в России может быть органично дополнена лучшим мировым опытом. Шагом в развитии может стать использование зарубежного опыта по введению степени профессиональных докторов. Профессиональные докторские программы формируют квалификацию, которая, будучи эквивалентной по статусу и сложности решаемых соискателем задач квалификации обладателя

PhD, ориентирована на сферу промышленности или бизнеса, а не на академическую сферу.

34.1. Профессиональная докторская степень интенсивно внедряется в систему образования США, Великобритании других стран с конца 80-х – начала 90-х годов XX века.

Необходимость введения профессиональной докторской степени в вышеназванных странах была связана с тем, что значительная часть выпускников PhD трудоустроивалась в сферу промышленности или бизнеса, а не в академическую сферу. При этом работодатели были не удовлетворены отсутствием необходимых для них профессиональных компетенций у работников, имеющих научную степень.

В названии профессиональной научной степени отражается область деятельности, например, доктор инженерии (EngD). Согласно статистике, в Великобритании около 70 % профессиональных докторантов обучаются по программам подготовки докторов инженерии.

34.2. Программа подготовки доктора инженерии кардинально отличается от программы подготовки PhD, так как она обладает бóльшим вовлечением соискателя степени в производство и предназначена для решения конкретных инженерных задач в производственных условиях. В большинстве случаев программа подготовки докторов инженерии реализуется в форме сетевого взаимодействия университета и промышленного предприятия.

34.3. Впервые идея введения института профессиональных докторов в России прозвучала в выступлении председателя ВАК В.М. Филиппова в 2013 году. Предлагалось ввести степени, аналогичные DBA (доктор бизнес-администрирования) и DPA (доктор государственного управления).

В декабре 2016 года в Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации был организован круглый стол на тему «Подготовка научно-педагогических кадров: проблемы и пути совершенствования». Участники обсуждения отмечали, что рынок, на

который работает аспирантура, в настоящее время не является исключительно академическим. Немалое число выпускников настроены на то, чтобы применять полученные при обучении в аспирантуре знания в бизнесе, на госслужбе, на производстве. В связи с этим звучали предложения разработать дополнительную линейку степеней, подобных зарубежным степеням доктор бизнес-администрирования и доктор государственного управления, для тех, кто ориентирован в большей степени на практическую работу, а не на академические исследования. Введение дополнительной степени, аналогичной степени доктора инженерии, открывает новые возможности в подготовке инженерных кадров высшей квалификации для цифровой экономики.

34.4. На заседании Координационного совета по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» 23 мая 2017 года, посвященном обсуждению проблем развития инженерного образования, сопредседатель Координационного совета А.И. Рудской сказал:

«В декабре 2016 года Президент России В.В. Путин во время посещения предприятия «Этерно» отметил, что «...мы не должны забыть или утратить все позитивное, что было создано в системе образования в прошлом. А у нас такая положительная практика была, она действительно многое дала нашей и науке, и реальному производству». К «нашей положительной практике» можно отнести и систему подготовки и аттестации научно-педагогических кадров. Но систему подготовки научно-педагогических кадров необходимо не только сохранять, но и развивать. Развивать в том направлении, которое в свое время обозначил Сергей Павлович Королев. Он говорил: «Когда мы создаем ракеты, то у нас физики и математики – теоретики, которые считают траекторию, а есть люди, которые потом превращают все это в железо, создают предприятия, строящие ракетные комплексы. Вот им некогда заниматься чистой наукой, они внедряют научные достижения». Сейчас, когда мы приступили к

созданию цифровой экономики, слова Сергея Павловича также актуальны, как и при реализации атомного и космического проектов.

Введение в России степени, аналогичной зарубежной степени доктор инженерии (EngD) позволит модернизировать систему подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и государственной научной аттестации под новые вызовы цифровой экономики. Но так как в России существует степень доктора наук, то нельзя использовать дословный перевод названия степени – доктор инженерии, поэтому целесообразно ввести название, понятное в России, например, «кандидат инженерии». Обладатель данной степени должен быть приравнен к кандидату наук.

Введение новой степени позволит работодателям более точно определять, какого работника высшей квалификации выбрать на выполнение конкретной работы. Для научной работы выберут кандидата наук, для опытно-конструкторской – кандидата инженерии. Соответственно и подготовка этих кадров будет осуществляться по-разному.

Для успешного использования преимуществ введения новой ученой степени – кандидата инженерии – необходимо не только развитие норм законодательства об образовании, науке и научно-технической политике, но и законодательства о труде.

### **5.6. Проблемы в развитии инженерного образования Российской Федерации, сформулированные при обсуждении в инженерном сообществе**

35. На расширенных заседаниях президиума и рабочей группы Координационного совета в 2017 году, а также при обсуждении в системе инженерных федеральных учебно-методических объединений были сформулированы дополнительные (к перечисленным выше) проблемы в развитии инженерного образования России, а именно:

35.1. Использование системы нормативно-подушевого финансирования образовательных программ приводит к снижению качества образования, так как не позволяет отчислять студентов, не способных качественно освоить образовательную программу. В соответствии с этой системой снижение контингента по сравнению с планом приема более чем на 10 % приводит к снижению финансирования вузов. В связи с этим величина допустимого отклонения контингента от плана приема требует научного обоснования.

35.2. Использование в качестве показателя оценки деятельности вуза количества публикаций, размещенных в библиографических базах данных (Scopus, Web of Science, РИНЦ и т. д.), приводит к ущемлению прав вузов, занимающихся закрытыми исследованиями, так как для них публикация в подобных системах невозможна.

Приоритет иностранных библиографических баз данных при оценке деятельности ученых и преподавателей приводит к тому, что новейшие российские научные достижения в первую очередь публикуются на английском языке за рубежом и приоритетно работают на иностранную науку и промышленность. Поэтому, инициатива, высказанная Министром образования и науки Российской Федерации О.Ю. Васильевой, о создании национальной системы оценки научных публикаций и учета монографий является очень своевременной.

Отсутствие в качестве требований к условиям реализации образовательных программ бакалавриата, магистратуры и специалитета показателя количества разработанных преподавателем учебных изданий, включая электронных, необходимых для информационного и учебно-методического обеспечения процесса обучения, снижает уровень и качество подготовки обучающихся, а также доступность образования.

Необходимо введение такого показателя с привлечением для его реализации федеральных УМО, имеющих право на проведение экспертизы качества учебных изданий.

Использование в качестве показателя оценки деятельности вуза доли иностранных студентов приводит к ущемлению прав вузов, ориентированных на подготовку кадров для оборонно-промышленного комплекса России.

35.3. Недостаточное нормативное правовое обеспечение реализации образовательных программ в сетевой форме, а также деятельности базовых кафедр вузов в организациях промышленности. Это приводит к возникновению проблем при прохождении вузами финансовых проверок, лицензирования и аккредитации.

35.4. Отсутствие в Типовом положении об учебно-методических объединениях в системе высшего образования, утвержденном приказом Минобрнауки России от 18 мая 2015 года № 505, понятия «базовая (ответственная) организация федерального учебно-методического объединения» затрудняет деятельность федеральных учебно-методических объединений по выполнению своих основных функций, в том числе по разработке ФГОС 3++ и примерных основных образовательных программ.

35.5. Недостаточная ориентация ряда образовательных программ на создание новых продуктов и услуг для рынка не только России, но и других стран.

### **5.7. Предлагаемые основные направления дальнейшего развития инженерного образования в Российской Федерации на период до 2020 года**

36. Минобрнауки России в рамках своих мероприятий, в том числе в ходе реализации Федеральной целевой программы развития образования на 2016 – 2020 годы, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 23.05.2015 г. № 497, в целом

успешно решает многие сформулированные выше задачи по развитию инженерного образования России.

37. В целях дальнейшего развития инженерного образования в условиях перехода к экономике нового технологического уклада – цифровой экономике, учитывая отечественных и международный опыт предлагается:

37.1. Создание национальной системы формирования инженерного мышления у будущих инженеров, начиная с дошкольного возраста и профессионального отбора при поступлении на инженерные направления подготовки и специальности, достигается путем:

а) создания национального координационного совета в области поддержки STEM-образования;

б) разработки программы дошкольного и школьного STEM-образования, аналогичной программе K-12 (образование от детского сада до 12 класса школы);

в) создания условий, стимулирующих учащихся в изучении STEM предметов и сдачи по ним ЕГЭ, например, за счет изменения системы оценки деятельности школ по результатам ЕГЭ;

г) повышения качества профессионального отбора абитуриентов при поступлении на инженерные направления подготовки и специальности за счет использования повышающих коэффициентов к результатам ЕГЭ по профильным предметам;

д) запуска национальной кампании по улучшению позиционирования инженерного образования в общественном сознании.

37.2. Обеспечение максимального географического приближения профессионального образования к реальному производству и практико-ориентированности образовательных программ достигается путем:

а) открытия профильных кафедр ведущих российских университетов при высокотехнологичных производственных

предприятиях и научных организациях и использования возможностей дистанционных образовательных технологий, онлайн-образования и академической мобильности преподавателей;

б) совершенствования системы оценки эффективности деятельности образовательных учреждений высшего образования в части раздельного учета показателей головного образовательного учреждения и его профильных кафедр на промышленных предприятиях;

в) совершенствования нормативного правового обеспечения реализации образовательных программ в сетевой форме.

37.3. Совершенствование системы образования в соответствии с вызовами экономики нового технологического уклада – цифровой экономики, в том числе подготовка специалистов, магистров для инженерной деятельности («инженерного спецназа») и кадров высшей квалификации, владеющих технологиями мирового уровня для решения уникальных производственных задач, достигается путем:

а) изменения нормативов финансового обеспечения государственного задания путем уменьшения соотношения численности обучающихся на одного преподавателя с целью стимулирования реализации магистерских программ по заказам высокотехнологичных производственных предприятий и обучающим технологиям мирового уровня;

б) модернизации системы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и государственной научной аттестации под новые вызовы цифровой экономики за счет ведения в России степени, аналогичной зарубежной степени доктор инженерии (EngD);

в) разработки нормативного правового и методического обеспечения системы подготовки инженерных кадров России для экономики нового технологического поколения – цифровой экономики.

г) развития программ дополнительного профессионального образования, направленных на создание новых продуктов и услуг для рынка не только России, но и других стран.

37.4. Совершенствование системы обеспечения качества и развития содержания инженерного образования путем:

а) модернизации системы нормативно-подушевого финансирования образовательных программ в части увеличения величина допустимого отклонения контингента от плана приема;

б) включения в требования к условиям реализации образовательных программ бакалавриата, магистратуры и специалитета показателя количества разработанных преподавателем учебных изданий в год, включая электронные, прошедших экспертизу федеральных УМО и получивших рекомендацию к их опубликованию, размещению в электронных образовательных информационных системах вузов, электронных библиотечных системах, порталах и т. п.

в) расширения прав и обязанностей федеральных учебно-методических объединений в системе высшего образования;

г) расширения организационных возможностей и повышения личной ответственности руководителей федеральных учебно-методических объединений в системе высшего образования, допуская возможность их назначения из числа ректоров профильных образовательных организаций высшего образования, фактически выполняющих функции базовых организаций федеральных учебно-методических объединений, с возможностью закрепления за профильными образовательными организациями высшего образования соответствующего статуса.

## **5.8. Результаты реализации настоящей Стратегии**

38. Настоящая Стратегия определяет мероприятия, рекомендуемые к реализации дополнительно к уже реализуемым Минобрнауки России проектам и программам, поэтому, перечисленные ниже результаты реализации настоящей стратегии относятся только к этим мероприятиям, а не ко всем мероприятиям Минобрнауки России.

39. Реализация настоящей Стратегии должна повысить эффективность системы подготовки инженерных кадров для экономики России и привести к следующим результатам:

а) соответствию нормативного правового и методического обеспечения системы подготовки инженерных кадров России потребностям развития экономики нового технологического поколения - цифровой экономики;

б) созданию национального координационного совета в области поддержки STEM-образования;

в) разработке программы дошкольного и школьного STEM-образования аналогичной программе K-12 (образование от детского сада до 12 класса школы);

г) изменению системы оценки деятельности школ по результатам ЕГЭ в целях создания условий, стимулирующих учащихся в изучении STEM предметов и сдачи по ним ЕГЭ;

д) повышению качества профессионального отбора абитуриентов при поступлении на инженерные направления подготовки и специальности за счет использования повышающих коэффициентов к результатам ЕГЭ по профильным предметам;

е) запуску национальной кампании по улучшению позиционирования инженерного образования в общественном сознании;

ж) созданию нормативного правового и методического обеспечения практико-ориентированной подготовки инженерных кадров для высокотехнологичных производственных предприятий и научных организаций, расположенных в удаленных от центра регионах России, путем организации профильных кафедр ведущих российских университетов на предприятиях и использования возможностей дистанционных образовательных технологий и онлайн-образования;

з) обоснованию нормативов финансового обеспечения государственного задания путем уменьшения соотношения численности обучающихся на одного преподавателя, стимулирующих

качественную реализацию магистерских программ мирового уровня по заказам высокотехнологичных производственных предприятий;

и) разработке проекта эксперимента по модернизации системы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и государственной научной аттестации под новые вызовы цифровой экономики за счет введения в России степени, аналогичной зарубежной степени доктор инженерии (EngD);

к) совершенствованию системы нормативно-подушевого финансирования образовательных программ в части увеличения величина допустимого отклонения контингента от плана приема с целью повышения качества инженерного образования;

л) повышению эффективности системы разработки нормативно-методического обеспечения образовательных программ путем расширения организационных возможностей и повышения личной ответственности руководителей федеральных учебно-методических объединений в системе высшего образования за счет изменения нормативных правовых основ их деятельности.

## **5.9. Механизмы реализации настоящей Стратегии**

40. Реализация настоящей Стратегии обеспечивается согласованными действиями Минобрнауки России, Координационного совета по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки», федеральных учебно-методических объединений в системе высшего образования, научных и образовательных организаций, общественных организаций, предпринимательского сообщества, государственных корпораций, промышленных предприятий.

41. Президиум Координационного совета по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» разрабатывает и передает в Минобрнауки России план мероприятий по реализации настоящей Стратегии, который также, как и Стратегия имеет рекомендательный характер [2].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инженерное образование: мировой опыт подготовки интеллектуальной элиты. А.И. Рудской, А.И. Боровков, П.И. Романов, К.Н. Киселева. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 216 с.

2. Стратегия развития инженерного образования в Российской Федерации на период до 2020 года. Проект. А.И. Рудской, А.А. Александров, П.С. Чубик, А.И. Боровков, П.И. Романов – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 51 с.

3. В будущее, сохраняя традиции. Материалы Пленума Совета федеральных учебно-методических объединений по университетскому политехническому образованию 30 ноября – 22 декабря 2017 г. А. И. Рудской, А. И. Боровков, П. И. Романов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 108 с.

4. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Киселёва К.Н. Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2017. – № 2. – С. 7–16.

5. Об общественном обсуждении проблем развития инженерного образования. Боровков А.И., Романов П.И. В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Октябрь 2017. Сборник избранных статей. СПб., 2017. С. 67-70.

6. «Русский метод подготовки инженеров» – основа CDIO?. Боровков А.И., Романов П.И. В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Октябрь 2017. Сборник избранных статей. СПб., 2017. С. 71-75.

7. О проекте стратегии развития инженерного образования в России на период до 2020 года. Боровков А.И., Романов П.И. В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Ноябрь 2017. Сборник избранных статей. СПб., 2017. С. 76-79.

8. Владимир Путин посетил с рабочей поездкой Челябинскую область [сайт Президента России]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/53410> (дата обращения: 01.06.2017 г.).

9. Патрушев озаботился подготовкой кадров для судостроения [сайт Российской газеты]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2018/01/27/reg-szfo/patrushev-ozabotilsia-podgotovkoj-kadrov-dlia-sudostroeniia.html> (дата обращения: 01.06.2017 г.).

10. Патрушев призвал поднять качество подготовки специалистов для судостроения [сайт телеканала Санкт-Петербург]. – Режим доступа:

- <https://topspb.tv/news/2018/01/27/patrushev-prizval-podnyat-kachestvo-podgotovki-specialistov-dlya-sudostroeniya/> (дата обращения: 29.01.2018 г.)
11. Сапрыкин Д.Л. Инженерное образование в России: История, концепция, перспектива // Высшее образование в России. – 2012. – № 1.– С. 125–137.
  12. Сапрыкин Д.Л. История инженерного образования в России, Европе и США: развитие институтов и количественные оценки // Вопросы истории естествознания и техники. – 2012.– № 4. – С. 51–90.
  13. Тимошенко С.П. Инженерное образование в России. / Пер. с англ. Иванова-Дятлова В.И.; под ред. Шапошникова Н.Н. – Люберцы: ПИК ВИНТИ, 1997. – 84 с.
  14. Н.В. Карлов. «Повесть древних времен, или предыстория Физтеха». Издание второе, исправленное и дополненное. Препринт/МЦГО МФТИ. № 4.М., 2005.-200 с.
  15. Русский метод подготовки инженеров. ИМТУ – МВТУ – МГТУ. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 279 с.
  16. Карлов Н.В., Кудрявцев Н.Н. К истории элитного инженерного образования (Московский физико-технический институт). По программе Межвузовского Центра гуманитарного образования МФТИ «Петр Великий» // Препринт МФТИ. – 2000. – № 2. – 28 с.
  17. Бетелин В.Б. Мы инженеры // [сайт Российской академии наук]. – Режим доступа: <http://www.ras.ru/digest/showdnews.aspx?id=f68ce510-1fcf-4364-ae88-e0b16feaf44a> (дата обращения: 25.11.2016).
  18. Современное инженерное образование: учеб. пособие / Боровков А.И. [и др.]. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.
  19. Щука А.А. Физтех и физтехи. Моск. физико-техн. ин-т (МФТИ). – 3-е изд., перераб. и доп. – Долгопрудный ; М.: Физтех-полиграф, Азбука-2000, 2010. – 382 с.
  20. Нужна высшая политехническая школа (в порядке обсуждения) / Н.И. Мусхелишвили и др. // Правда. –1938. – 4 дек. – С. 1.
  21. Тимошенко С.П. Воспоминания. Париж: Издание Объединения С. Петербургских Политехников, 1963. – 424 с.
  22. Report to the President. Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America’s future. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.afterschoolalliance.org/documents/pcast-stemed-report.pdf> (дата обращения: 25.11.2016 г.).
  23. Supporting Scotland’s STEM education and culture. 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gov.scot/resource/0038/00388616.pdf> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

24. Statement of Core Policy Principles 2012. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2012/04/Note-STEM-Education-Coalition-Core-Principles-2012.pdf> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

25. The Case for STEM Education as a National Priority: Good Jobs and American Competitiveness. Updated June 2013. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2013/10/Fact-Sheet-STEM-Education-Good-Jobs-and-American-Competitiveness-June-2013.pdf> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

26. The UK STEM Education Landscape. A report for the Lloyd's Register Foundation from the Royal Academy of Engineering Education and Skills Committee. 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/uk-stem-education-landscape> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

27. Об опыте Великобритании в развитии STEM-образования. Боровков А.И., Романов П.И. В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Ноябрь 2017. Сборник избранных статей. СПб., 2017. С. 80-86.

28. Об опыте США в развитии STEM-образования. Боровков А.И., Романов П.И. В сборнике: Материалы конференций ГНИИ «Нацразвитие». Ноябрь 2017. Сборник избранных статей. СПб., 2017. С. 87-97.

29. Коршунов С.В. Российские купцы и Императорское Московское техническое училище: в 2 ч. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 373 с.

30. CDIO. 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cdio.org> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

31. Чубик П.С. Томский политехнический университет: продвижение в мировые рейтинги // Высшее образование в России. – 2014. – № 6. – С. 52–57.

32. Чубик П.С., Крючков Ю.Ю., Соловьев М.А. Система элитного технического образования как элемент инновационной инженерной подготовки // Томский политехник. – 2005. – № 11. – С. 16–22.

33. Чубик П.С., Могильницкий С.Б. Система элитной подготовки инженеров в ТПУ // Качество образования. – 2012. – № 10. – С. 22-28.

34. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO / [Э.Ф. Кроули и др.]; пер. с англ. и под науч. ред. А.И. Чучалина. – М.: Изд. дом Высшей школа экономики, 2015. – 504 с.

35. Всемирная инициатива CDIO: Материалы Международного семинара по вопросам инноваций и реформированию инженерного

образования. Москва, 26–27 сентября 2011 г. / Под ред. Золотаревой Н.М. и Умарова А.Ю. – М.: НИТУ «МИСиС», 2011. – 172 с.

36. Всемирная инициатива CDIO. Стандарты: информационно-методическое издание / Пер. с англ. и ред. Чучалина А.И., Петровской Т.С., Кулюкиной Е.С. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 17 с.

37. CDIO – современный подход к инженерному образованию. Всемирная инициатива CDIO – сообщество университетов с практико-ориентированным обучением, использующих стандарты CDIO. 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cdiorussia.ru>. – Заглавие с экрана (дата обращения: 25.11.2016 г.).

38. Чучалин А.И. Уровни компетенций выпускников инженерных программ // Высшее образование в России. – 2009. – С. 3–13.

39. Концепция развития инженерного образования в Хабаровском крае. Барышев А.Ю. [и др.]. Институт мобильных образовательных систем. Москва, 2016. – 136 с.

40. Макеты примерных основных образовательных программ по уровням высшего образования – бакалавриат, магистратура, специалитет: учебно-методическое пособие / А.А. Александров [и др.]. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 96 с.

41. Послание Президента Федеральному Собранию 1 декабря 2016 года: [сайт Президента России]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/53379> (дата обращения: 25.01.2017).

42. Заседание Совета по науке и образованию: [сайт Президента России]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/45962> (дата обращения: 25.11.2016).

43. Бедный Б.И. К вопросу о цели аспирантской подготовки (диссертация vs квалификация) // Высшее образование в России. – 2016. – № 3. – С. 44–52.

44. Бедный Б.И., Миронос А.А., Серова Т.В. Методика оценки эффективности подготовки научных кадров в аспирантуре // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 5. – С. 11–19.

45. Сенашенко В.С. Проблемы организации аспирантуры на основе ФГОС третьего уровня высшего образования // Высшее образование в России. – 2016. – № 3. – С. 33–43.

46. Бедный Б.И., Миронос А.А., Остапенко Л.А. Профессиональная занятость выпускников аспирантуры и направления совершенствования

аспирантских программ // Высшее образование в России. – 2015. – № 3. – С. 5–16.

47. Бедный Б.И. Роль и структура образовательной подготовки в аспирантуре нового типа // Высшее образование в России. – 2013. – № 12. – С. 78–89.

48. Бедный Б.И. Новая модель аспирантуры: pro et contra // Высшее образование в России. – 2017. – № 4. – С. 5–16.

49. Байденко В.И., Селезнева Н.А. Содержательно-структурные особенности европейского докторского образования (статья вторая) // Высшее образование в России. – 2010. – № 10. – С. 89–104.

50. Комитет Государственной Думы по образованию и науке. Круглый стол «Подготовка научно-педагогических кадров: проблемы и пути совершенствования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.komitet8.km.duma.gov.ru/Kruglye-stoly/item/97926> (дата обращения: 25.01.2017).

51. Рецепт стране пропишет доктор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2013/06/18/vlast.html> (дата обращения: 01.06.2017 г.).

52. Manchester EngD Centre in Engineering for Manufacture. 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.graduateducation.eps.manchester.ac.uk/engineeringdoctorate/structureandcontent> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

53. Postgraduate Course Catalogue. 2016–2017. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.st-andrews.ac.uk/media/publications/coursecatalogue/postgraduate/2016-2017/2016-2017%20PG%20Course%20Catalogue%20\(web\).pdf](https://www.st-andrews.ac.uk/media/publications/coursecatalogue/postgraduate/2016-2017/2016-2017%20PG%20Course%20Catalogue%20(web).pdf) (дата обращения: 25.01.2017 г.).

54. Doctoral Training Centre in Neuro informatics and Computational Neuroscience. 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.anc.ed.ac.uk/dtc> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

55. Technologies for Sustainable Built Environments. What is an Engineering Doctorate? 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.reading.ac.uk/tsbe/info-for-EngD-applicants/tsbe-what-is-an-engineering-doctorate.aspx> (дата обращения 25.11.2016 г.).

56. Зарубежные академические степени. Региональная академия менеджмента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.regionacadem.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56%3A2011-12-26-08-59-57&catid=13%3A2011-09-05-18-16-48&Itemid=8&lang=pl](http://www.regionacadem.org/index.php?option=com_content&view=article&id=56%3A2011-12-26-08-59-57&catid=13%3A2011-09-05-18-16-48&Itemid=8&lang=pl) (дата обращения: 25.11.2016).

57. Prospective research engineers. 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://engd.cs.st-andrews.ac.uk/prospective-research-engineers> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

58. Association of Engineering Doctorates [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aengd.org.uk/about-us> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

59. Скоробогатова М.Р. Тенденции развития системы подготовки научных кадров в Великобритании. / М.Р. Скоробогатова // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «Проблемы педагогики средней и высшей школы». Том 27 (66). – 2014. – № 3. – С. 81–98.

60. Глава ВАК предлагает запустить проект профстепеней для чиновников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/science/20130214/922942435.html> (дата обращения: 25.11.2016).

61. «Кандидат инженерии» – учёная степень, востребованная временем. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Киселева К.Н. Высшее образование в России. 2017. № 10. С. 109-121.

62. Кузьминов Я.И., Филонович С.Р. Бизнес-образование в России: состояние и перспективы (содержательно-институциональные аспекты) // Вопросы экономики. – 2004. – № 1. – С. 1–13.

63. Факультет дополнительного профессионального образования. Доктор делового администрирования (ДВА) – Менеджмент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rea.ru/ru/org/faculties/dpofak/Pages/DBA.aspx> (дата обращения: 25.11.2016 г.).

64. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: [сайт Президента России]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 25.11.2016)

65. Послание Президента Федеральному Собранию 4 декабря 2014 года: [сайт Президента России]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/47173> (дата обращения: 25.11.2016).

66. Послание Президента Федеральному Собранию 3 декабря 2015 года: [сайт Президента России]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/50864> (дата обращения: 25.11.2016).

67. Пленарное заседание Петербургского международного экономического форума [сайт Президента России]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/49733> (дата обращения: 25.11.2016).