

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации» (РАНХиГС)

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К РАЗВИТИЮ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИНЖИНИРИНГА
КАК ИНСТРУМЕНТА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛНОГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
НАУКОЕМКОЙ ПРОДУКЦИИ

Куракова Н.Г.
Зинов В.Г.
Ерёмченко О.А.
Цветкова Л.А.
Кураков Ф.А.

Москва 2020

Краткая аннотация

Объектом исследования является процесс управления ресурсным обеспечением всех этапов жизненного цикла наукоемкой продукции.

Основная цель исследования: разработка теоретических оснований и методического подхода к развитию индустриального инжиниринга для обеспечения производства наукоемкой продукции на различных этапах ее жизненного цикла.

В работе использовались теоретические и эмпирические методы исследования, в том числе анализ, синтез, обобщение, классификация, метод глубинного интервью и кейс-стади.

Выявлены и структурированы ключевые проблемы управления инжиниринговой деятельностью в России, включающие отсутствие единого нормативного определения инжиниринговой деятельности и установленных требований к инжиниринговым компаниям, отсутствие классов ОКВЭД и ОКПД, соответствующих важнейшим видам работ в рамках оказания инжиниринговых услуг и др. Выполнен анализ моделей индустриального инжиниринга в России на примере деятельности коммерческих инжиниринговых компаний, региональных, отраслевых и вузовских инжиниринговых центров. Разработаны предложения по развитию и масштабированию программы государственной поддержки региональных и вузовских центров инжиниринга, созданию и развитию в России сети отраслевых инжиниринговых центров на базе частных компаний и формированию многоуровневой системы поставщиков инжиниринговых услуг. Предложены структура и функционал Национального портала индустриального инжиниринга. Обоснована важность создания саморегулируемой организации инжиниринговых компаний как генератора коммуникационных и сертификационных мероприятий в профессиональной инжиниринговой среде.

Результаты исследования могут быть использованы в интересах министерств и ведомств для методического обеспечения конкретных мер и механизмов государственной политики в сфере развития индустриального инжиниринга.

Список исполнителей:

Куракова Наталия Глебовна, директор Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ, д.б.н., kurakova-ng@ranepa.ru, +7916-506-6212;

Зинов Владимир Глебович, главный научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ, д.э.н., zinov@ranepa.ru, +7909-680-2022;

Ерёмченко Ольга Андреевна, старший научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ, еremchenko-oa@ranepa.ru, +7903-195-9223;

Цветкова Лилия Анатольевна, ведущий научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ, к.б.н., tsvetkova-la@ranepa.ru, +7915-265-0144;

Кураков Федор Александрович, старший научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ, kurakov-fa@ranepa.ru, +7926-608-3137.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Глобальные тренды развития индустриального инжиниринга.....	8
2 Модели индустриального инжиниринга в России	12
2.1 АО «Фирма «ПЕРМАНЕНТ К&М» как модель коммерческой инжиниринговой компании.....	12
2.2 АНО «Инновационный инжиниринговый центр» как модель деятельности поставщика услуг первого уровня	14
2.3 Модель деятельности региональных центров инжиниринга.....	18
2.4 Модель деятельности инжиниринговых центров при вузах	20
2.5 Модель деятельности отраслевого инжинирингового центра	24
3 Рекомендации по развитию инжиниринга в Российской Федерации	28
3.1 Идентификация инжиниринговой деятельности по шкале «Уровни готовности технологических проектов».....	28
3.2 Создание Национального реестра инжиниринговых компаний как инструмента их сетевого взаимодействия	33
3.3 Создание саморегулируемой организации инжиниринговых компаний России ..	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность предпринятого исследования определена постановкой национальной цели - «ускорение технологического развития Российской Федерации». Глобальная инновационная гиперконкуренция в настоящее время является основным направлением трансформации мировой экономики, а ее ключевым инструментом стало сокращение продолжительности жизненного цикла инновационного продукта. Способность к ускорению коммерциализации нового наукоемкого продукта становится для отдельных технологических консорциумов решающим фактором в борьбе за глобальные рынки, сформированные высокотехнологичными товарами и услугами. Роль ускорителей внедрения новых продуктов и технологий выполняют инжиниринговые компании.

В полном инновационном цикле «НИР – НИОКР – прототип – опытное производство – серийное производство» проведение работ по созданию прототипа для серийного производства нового продукта /технологии располагается, в так называемой, «долине смерти», когда государство и институты развития перестают поддерживать проект из-за приобретения им очевидной коммерческой направленности. Индустриальных партнеров, потенциальных бенефициаров созданного научно-технологического задела на этой стадии еще не удовлетворяет достигнутый в академическом или вузовском секторе уровень готовности созданной технологии. Поэтому более 95% новых технологий, разработанных в секторе генерации знания в Российской Федерации, не доходят до стадии серийного производства.

Новые вызовы, с которыми столкнулась наша страна в последние годы в связи с санкционным давлением, привели к переосмыслению роли сектора интеллектуальных услуг в контексте динамичного и устойчивого развития экономики. Как показывает практика последних десятилетий, сохраняющиеся проблемы в процессе передачи результатов прикладных исследований и разработок из академической среды в реальный сектор экономики не могут решить научные организации и университеты, которые оказались неспособными выполнить в полной мере как роль генератора, так и роль провайдера новых технологических решений. Решение возникающей при этом проблемы прерывания полного инновационного цикла связано, согласно мировой практике, с разделением рисков между участниками таких проектов при делегировании сторонним специализированным организациям отдельных этапов работ. Главный интегратор проекта занимается формированием всего плана работ, анализом хода их выполнения, логистикой и продажами, а все остальное передается на аутсорсинг специализированных

инжиниринговых услуг. Поэтому развитие аутсорсинга индустриального инжиниринга становится новым драйвером в коммерциализации исследований и разработок.

Если в индустриально развитых странах понятие «инжиниринг» уже давно применяется в качестве определения самостоятельной отрасли промышленности, то законодательная деятельность Совета по инжинирингу и промышленному дизайну при Минпромторге России, Комитета по инжинирингу Совета Федерации в России до сегодняшнего дня оставляет нерешенными целый ряд проблем нормативно-правового регулирования, организации и государственной поддержки инжиниринговой деятельности.

Инжиниринг в России не в полной мере узаконен как вид деятельности, отсутствует однозначная идентификация содержания таких услуг, что порождает неопределенность механизма оплаты инжиниринговых работ при комплексном управлении процессом создания наукоемкого продукта, времени исполнения всего проекта и ответственности сторон, порождая невозможность масштабирования инжиниринговых компетенций. Острейшей проблемой остаются условия финансирования инжиниринговых компаний и стоимость используемых ими банковских продуктов, поскольку последние рассматривают инжиниринг как высоко рискованный вид бизнеса. Следствием существующих барьеров является неразвитость инжиниринговой экосистемы в РФ: по-прежнему не удается вовлечь значительное число организаций в индустриальный инжиниринг для создания новых каналов коммуникаций между наукой и производством.

С целью развития внутреннего рынка инжиниринга после завершения реализации Плана мероприятий в области инжиниринга и промышленного дизайна, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 июля 2013 г. № 1300-р. [1] распоряжением Правительства РФ от 11 июня 2020 г. № 1546-р был утвержден новый План мероприятий («дорожная карта») в области инжиниринга и промышленного дизайна, рассчитанный на 2020-2025 гг. [2]. Ожидается, что второй этап реализации «дорожной карты» в области инжиниринга обеспечит значительный рост индустрии и позволит нарастить объем внутреннего рынка инжиниринговых услуг до 3,9 трлн. руб. к 2025 г. Благодаря мерам государственной поддержки инжиниринг как вид деятельности становится одним из основных драйверов наукоемких секторов экономики индустриально развитых стран. Современное позиционирование инжиниринговых компаний как партнеров для комплексного решения задач технологического развития и совместного создания дополнительной ценности, как показывает зарубежный опыт, является наиболее продуктивным.

Вместе с тем, несмотря на очевидные преимущества, получаемые от создания инжиниринговых центров, организационно-управленческие вопросы их деятельности остаются недостаточно исследованными и проработанными. Отсутствует единое понимание экономической сущности инжиниринговых услуг и особенностей взаимодействия с клиентами, которые определяют эффективность функционирования инжиниринговых компаний. Фактически, на начальном этапе изучения по-прежнему находятся вопросы, связанные с результативными формами и методами инжинирингового сотрудничества реального сектора с академическими учреждениями.

Поэтому методические вопросы организации деятельности инжиниринговых компаний требуют своего научного обоснования, что и определяет актуальность данной работы.

Объектом исследования являлся процесс управления ресурсным обеспечением всех этапов жизненного цикла наукоемкой продукции.

Предметом исследования являлся индустриальный инжиниринг как инструмент оптимизации ресурсного обеспечения создания наукоемкой продукции.

Основная цель исследования - разработка теоретических оснований и методического подхода к развитию индустриального инжиниринга для обеспечения производства наукоемкой продукции на различных этапах ее жизненного цикла.

Основные фундаментальные и прикладные задачи, решаемые в рамках исследования:

- Анализ глобальных трендов развития индустриального инжиниринга;
- Выполнение анализа моделей индустриального инжиниринга в России на примере деятельности коммерческих инжиниринговых компаний, региональных, отраслевых и вузовских инжиниринговых центров;
- Разработка рекомендаций по развитию инжиниринга в Российской Федерации, включающих организацию федерального статистического наблюдения за показателями развития отрасли инжиниринга в Российской Федерации и создание реестра российских инжиниринговых компаний.

1 Глобальные тренды развития индустриального инжиниринга

Содержанием индустриального инжиниринга является оказание услуг по внедрению новых и усовершенствованных технологических процессов, полученных как в результате научных исследований и разработок, так и путем использования передового производственного опыта компаний промышленного сектора экономики для масштабирования, извлечения выгод и повышения эффективности функционирования экономики. Поэтому совершенно очевидно, что инжиниринговые компании вносят свой непосредственный вклад в технологическое развитие промышленных компаний, отраслей и регионов. Их деятельность заключается в разработке и осуществлении эффективных технологических и управленческих решений, с помощью которых возможно добиться поставленной заказчиком цели. Для поиска и адаптации существующих технологий к рыночным условиям инжиниринговые компании должны быть достаточно осведомлены о лучших доступных технологиях в конкретных отраслях и хорошо ориентироваться в имеющихся ресурсах для выстраивания логистических цепочек при налаживании процесса производства.

Согласно данным обзора компании Polaris [3], выполненного в 2018 г., объем мирового рынка услуг аутсорсинга инженерных разработок, включая прикладные исследования и разработки в 2017 г. составил более 100 млрд долл., и ожидается, что темп годового роста будет расти в среднем на 26% до 2025 г.

Фактически, инжиниринговые компании выполняют функцию *интеграторов*, своеобразных агентов модернизации, обеспечивая при этом связь между академическим сектором и промышленностью. Многолетний опыт практики оказания инжиниринговых услуг, например, в нефтяной отрасли [4] дает основания сделать вывод: деятельность инжиниринговых компаний позволила повысить эффективность сотрудничества поставщиков специализированных технологий с их потребителями. Адаптационная роль инжиниринговых компаний проявляется как в полном комплексе услуг по проектированию, так и в обеспечении процесса достижения поставленной цели профессиональным управлением. Для этого специалисты в области инжиниринга должны обладать достаточными отраслевыми компетенциями в области управления проектами и инженерными знаниями для понимания особенности внедряемой технологии.

Мировая практика показывает, что если крупные предприятия организуют в своей структуре собственные инжиниринговые службы, которые выполняют несколько внутренних проектов в области развития производства и освоения инновационной

продукции, то это приводит к существенным дополнительным издержкам. Созданному инжиниринговому подразделению приходится осваивать новые компетенции и совершать свойственные новичкам ошибки, а после завершения проектов офис, как правило, расформируется. Накопленные компетенции не используются для оказания услуг сторонним организациям или управления новыми проектами, и компания теряет дополнительную прибыль. Поэтому сложившаяся в рыночной экономике тенденция такова: при проведении любых разработок в новой для специалистов области, а тем более при создании сложных технических систем риски достижения поставленной цели настолько значительны, что привлечение сторонней специализированной компании более выгодно, несмотря на высокую стоимость оказываемых услуг.

Такие управленческие решения стали нормой для руководителей зарубежных компаний при проведении любых работ по модернизации производства и освоении инновационной продукции. Однако в силу отсутствия соответствующего опыта, руководители отечественных предприятий предпочитают ориентацию на собственных исполнителей при проведении разработок и освоении новой продукции. Не исключено, что сложившийся стереотип в российской практике проведения НИОКР связан со сравнительно небольшим опытом работы российских инжиниринговых компаний в качестве внешних исполнителей инновационных проектов «под ключ».

До 2000 г. глобальный рынок аутсорсинга инжиниринговых услуг в основном фокусировался только на базовых или недорогих работах, которые способствовали сокращению некоторых расходов организаций-заказчиков. Однако вместе с ростом спроса на инновационные продукты компании все в большей степени сосредотачиваются на сокращении сроков поставки, высоком качестве товаров и услуг, возможности масштабирования проектов. Поэтому наблюдается переход к аутсорсингу выполнения большинства инженерных задач, включая, прежде всего, *концептуализацию, проектирование, валидацию и автоматизацию* новых технологических решений. Это помогает компаниям сократить время выхода на новые и развивающиеся рынки и продлить жизненный цикл своей продукции.

Ожидается, что следующая волна в аутсорсинге промышленных инжиниринговых услуг будет состоять в совместных с заказчиком усилиях по освоению инноваций с разделением инвестиций и совместным захватом доли рынка. С ростом использования больших данных и быстрого внедрения Интернета вещей, практически, во всех направлениях консультантам предоставлена возможность создавать платформы, приложения и предоставлять сопутствующие услуги вокруг этих технологий. Это способствовало росту рынка аутсорсинга промышленного инжиниринга, включая

проведение прикладных исследований и разработок, что настоящее время отражает содержание инжиниринговых услуг.

Рынок инжиниринга в настоящее время охватывает широкий спектр аутсорсинга услуг, которые включают в себя разные этапы разработки нового продукта или технологии, в том числе:

- создание прототипов для производства путем моделирования и т.д.;
- проектирование на основе САПР и тестирование продукта, включая проектирование, тестирование и внедрение процессов, их выполнение и отчетность;
- проверка качества и контроль качества технологических процессов.

Среди отраслей, активно привлекающих внешних подрядчиков индустриального инжиниринга, выделяют телекоммуникации, бытовую электронику, автомобилестроение, аэрокосмическую промышленность, химическую промышленность и строительство. Рост рынка в автомобильном секторе обусловлен такими факторами, как повышение качества продукции, надежность, безопасность и производительность. В телекоммуникационной и потребительской электронике бурно развивающийся рынок в соответствии с постоянно меняющимися потребностями пользователей требует разработки новых продуктов и услуг в более короткие сроки, что подталкивает компании к использованию внешних подрядчиков.

В области проектирования и обслуживания сложных инженерных систем особую актуальность приобретает вопрос стандартизации различных аспектов инжиниринговой деятельности, таких как проектирование, управление процессами и операциями, стратегическое планирование и маркетинг, которые имеют отношение к разным дисциплинам, функциям организации и географическому местоположению [5]. В настоящее время опубликован ряд работ с убедительными доказательствами того факта, что разработка и принятие соответствующих стандартов исторически имели решающее значение для обеспечения коммерциализации новых инноваций [6-8].

Стандарты в области инжиниринговой деятельности призваны обеспечить устойчивую основу для успешной интеграции имеющихся ресурсов, а также создать экосистему для оказания совместных услуг несколькими организациями одновременно. К вопросам регулирования существующих технологических и технических стандартов, а также оценки стоимости непосредственно инжиниринговых услуг, неоднократно обращались как теоретики, так и практики из различных областей. Однако несмотря на непрекращающиеся попытки стандартизации инжиниринговых услуг, до сих пор в академическом и профессиональном сообществе нет не только единых стандартов оказания такого вида услуг, но и не сформировано единое определение базовых понятий.

В обзоре Redding и Tjahjono, выполненном в 2018 г. [9], отмечено, что до сих пор отсутствует подход к определению сквозных инжиниринговых услуг. В целом следует признать, что стандартизация инжиниринговых услуг находится в состоянии развития, потому в настоящее время отсутствует признанная всеми заинтересованными сторонами жесткая регламентация в этой сфере.

2 Модели индустриального инжиниринга в России

2.1 АО «Фирма «ПЕРМАНЕНТ К&М» как модель коммерческой инжиниринговой компании

Для анализа моделей индустриального инжиниринга, используемых частными компаниями в Российской Федерации, было проведено глубинное интервью Натальи Кирилловой, генерального директора АО «Фирма «ПЕРМАНЕНТ К&М» (ПЕРМАНЕНТ), которая была основана в 1993 г. [10]. Главным направлением ее деятельности является оказание инжиниринговых услуг промышленным предприятиям, развитие контактов между российскими предприятиями и зарубежными производителями технологического оборудования для поставок комплектующих и расходных материалов из стран ЕС, Азии и США. Среди зарубежных партнеров ПЕРМАНЕНТ наиболее активны немецкие, итальянские и голландские компании. В этой связи уместно вспомнить, что инжиниринговые услуги доминируют в объемах технологического экспорта и импорта России, например, в 2018 г. эти показатели с соответственно 51,4% и 45,9% [11].

Основные инжиниринговые услуги, оказываемые компанией ПЕРМАНЕНТ, включают, в том числе:

- разработку проектов модернизации, технического перевооружения, реконструкции действующего и организации нового производства;
- внедрение российских и зарубежных технологий;
- поставку оборудования, запасных частей, расходных материалов, обучение.

Двадцатипятилетний опыт в области разработки и реализации проектов модернизации, технического перевооружения, поставки оборудования позволил сотрудникам компании накопить уникальные компетенции реализации услуг в области индустриального инжиниринга. Возникли основания для уверенности, что индустриальный инжиниринг начинается на стадии опытно-конструкторских работ при внедрении научно-технических новшеств или модернизации технологических процессов и продолжается до стадии освоения их в производстве. По мнению Н. Кирилловой, индустриальный инжиниринг включает в себя весь период коммерциализации научно-технической разработки вплоть до программы утилизации.

Компании ПЕРМАНЕНТ удалось осуществить промышленное внедрение разработанной самостоятельно и принципиально новой технологии брикетирования угольной пыли на железнодорожном терминале, которая впервые в России позволяет утилизировать угольную пыль без использования связующих.

Основой внедренной технологии стал новый способ брикетирования, созданный сотрудником отраслевого научно-исследовательского института, который получил перспективный прикладной результат, но не имея практики взаимодействия с промышленностью, мог только продемонстрировать лабораторный образец. Для доработки новой технологии компания организовала лабораторию и профинансировала проведение серии экспериментов с различными мелкодисперсными материалами. В результате были созданы технологические карты по использованию технологии брикетирования, которые, однако, были отработаны лишь на масштабах опытного производства. Для передачи бенефициарам технологию следовало реализовать в промышленных масштабах в объеме не менее трех тонн в час.

Сталкиваясь многократно с мнением руководителей крупных компаний, в ПЕРМАНЕНТ сделали вывод, что инжиниринговая компания включается в проект полного жизненного цикла на стадии имеющегося лабораторного образца, когда уже подтверждена реализуемость идеи, но еще не наработано достаточное количество опытных образцов и технологических карт и не проведено необходимое число испытаний для использования масштабируемого технологического процесса в реальных производственных условиях.

Компания приняла решение вложить собственные средства в коммерциализацию новой разработки, придав ей при этом межотраслевой характер. Глубокое понимание технологического процесса брикетирования, очень схожего в разных отраслях, позволил компании планировать расширение сферы применения новой технологии или продукта. Стало очевидным, что технология переработки мелкодисперсных отходов каменного угля может быть применена также и в металлургии, и в сельском хозяйстве.

Полученная практика в области индустриального инжиниринга показывает, что компании-заказчики требуют только окончательное решение с экономической проработкой в рамках всего жизненного цикла продукта вплоть до утилизации.

По мнению компании ПЕРМАНЕНТ, более всего в инжиниринговых услугах нуждаются инвестиционные компании, потому что ключевая задача индустриального инжиниринга — это подготовка обоснования принятия инвестиционного решения. Такое детальное обоснование инвестиций разрабатывается по результатам экономических расчетов в рамках оценки стратегических технологических трендов и возможности обеспечения его выполнения «под ключ». Инжиниринговые компании в отличие от научных и проектных организаций должны в терминах бизнес-планирования обосновывать возможность достижения инвестиционных целей при коммерциализации разработки, чаще всего, после стадии получения опытных образцов. Кроме этого,

современные инжиниринговые компании должны и способны проводить прикладные исследования, разнообразные испытания опытных партий новых продуктов и процессов для обоснования инвестиций в их коммерциализацию.

Преимущественный контекст для эффективного индустриального инжиниринга – это запрос на технологию, сформулированный конкретным заказчиком. Если идти от результата НИОКР к его бенефициару, то, как показывает практика, такой путь значительно реже приводит к успеху. В портфеле компании ПЕРМАНЕНТ было два инициативных проекта, один из них остался невостребованным, тогда как второй, связанный с брикетированием отходов, принес коммерческий успех, прежде всего, благодаря удачной конъюнктуре, связанной с принятыми ко времени выведения технологии на рынок нормативными актами по ужесточению экологических требований к производственным условиям использования каменного угля.

Создав компетенции продвижения своей технологии брикетирования, компания ПЕРМАНЕНТ получила доступ к заказам на коммерциализацию других технологий. Например, в настоящее время получен запрос на доработку оригинального эффективного подъемника, созданного небольшой высокотехнологичной компанией по заказу зарубежной компании. При создании подъемника было получено техническое ноу-хау, применение которого позволяет добиться конкурентоспособных результатов при применении его на другом оборудовании. Фактически, это - заказ на услуги по коммерциализации конкурентоспособной разработки и продвижению ее на рынок. Выполняя его, компания ПЕРМАНЕНТ разрабатывает маркетинговую стратегию, анализирует конкурентную среду, планирует работы по продвижению оригинального технического решения на различные рынки.

2.2 АНО «Инновационный инжиниринговый центр» как модель деятельности поставщика услуг первого уровня

При оформлении технических заказов на инжиниринговые услуги чрезвычайно важное значение имеет соблюдение конфиденциальности, поскольку заказчик всегда расценивает передаваемую информацию как стратегически значимую. По этой причине расширение числа инжиниринговых компаний создает риски для крупного заказчика, который стремится к сокращению числа контрагентов. Лишь небольшой круг инжиниринговых компаний может иметь достаточный уровень доверия крупной промышленной компании.

Примером такой компании является АНО «Инновационный инжиниринговый центр» (ИИЦ), созданное институтом развития Фондом «НИР» («Иннопрактика») при МГУ им М.В. Ломоносова в 2018 г., которое имеет в составе соучредителей несколько крупнейших российских корпораций с государственным участием. Их привлекает к сотрудничеству возможность сокращения инвестиционных затрат при формировании объединенного заказа по общим для разных корпораций выявленным технологическим потребностям. В настоящий момент в ИИЦ реализуются инжиниринговые проекты в рамках нескольких десятков технологических запросов от корпораций.

Ключевыми задачами ИИЦ являются:

- выявление технологических проблем (задач), стоящих перед корпорациями с государственным участием в рамках программ развития, и поиск их оптимального решения с применением инновационных отечественных технологий;
- анализ инвестиционных программ корпораций с государственным участием для выделения «сквозных» (общих) технологических потребностей и формирование объединенного заказа с целью сокращения инвестиционных затрат;
- формирование кооперационных цепочек из российских предприятий, малых и средних инновационных компаний, инжиниринговых и научных центров, вузов и НИИ для реализации проектов по удовлетворению технологических запросов крупных корпораций.

Внедрение уже апробированных в практике крупнейших компаний технологических решений в реальное производство требует их минимальной доработки при повторном использовании, позволяя существенно сократить инвестиционные и временные затраты компаний по сравнению с инициацией новых разработок. Поэтому в ИИЦ на основе анализа технологических запросов корпораций и их опыта взаимодействия с поставщиками инжиниринговых услуг создана база данных по реализованным и находящимся в высокой степени готовности инновационным технологическим решениям, в том числе, по подтвержденным компетенциям российских предприятий.

В ИИЦ постоянно расширяется партнерская сеть, в которую входят руководители отделов НИОКР предприятий, инжиниринговых компаний, технопарков, ведущих вузов и научных центров. Партнерская сеть позволяет наиболее полно и быстро организовать пул возможных решений поступивших технологических задач, а также определить организации, обладающие соответствующим подтвержденным опытом. Кроме того, активно привлекаются компетенции корпораций-соучредителей в выполняемые проекты.

Формирующиеся при взаимодействии с техническими подразделениями корпораций кооперационные цепочки из российских участников рынка технологий

позволяют инжиниринговым компаниям наращивать свои компетенции для того, что быть способными в заданных условиях выполнять технологические запросы корпораций. Фактически, ИИЦ берет на себя функцию интегратора и управления инвестиционным проектом, обеспечивая условия конфиденциальности и привлекая в него ресурсы партнеров для своеобразного «доращивания» участников кооперационной цепочки.

Анализ инвестиционных программ российских корпораций для выявления потенциальных сквозных потребностей и формирования общих кооперационных цепочек при выстраивании партнерских отношений позволяет формировать инжиниринговые проекты под совместные потребности. Укрупнение спроса (объединение потребностей) обеспечивает снижение затрат корпораций при реализации своих технологических потребностей и, зачастую, является единственной возможностью реального импортозамещения, снижая стоимость жизненного цикла нового продукта за счет унификации и организации серийного производства.

Потребность каждой из корпораций в несколько единиц оборудования в год недостаточна, чтобы обеспечить минимально необходимый объем заказа для российского завода, готового освоить выпуск соответствующего оборудования. С другой стороны, при наличии перспективы совместного заказа, такой завод может самостоятельно инвестировать в модернизацию собственного производства. Таким образом, объединение разрозненных потребностей позволяет создать новую рыночную нишу, объем которой делает инвестиционный проект промышленных компаний по модернизации производства экономически рентабельным, а корпорации обеспечивает отечественным аналогом высокотехнологичного продукта.

К числу основных системных барьеров достижения поставленных перед ИИЦ задач, следует отнести следующие:

- слабое внутриотраслевое взаимодействие, выраженное в отсутствии крупных корпоративных заказов, что вынуждает заказчиков ориентироваться на импортные технологии и повышает затраты на реализацию инвестиционных проектов. Отсутствие консолидированного заказа не позволяет российским компаниям преодолеть порог входа на высокотехнологичные рыночные ниши и обеспечить обширную модернизацию производственных мощностей в России;

- несоответствие российских изделий и технологий максимально возможному качеству по причине отсутствия достаточного по объему внутреннего спроса и невозможности довести изделие до конкурентоспособного по мировым стандартам уровня без выполнения масштабных производственных заказов;

- получившая широкое распространение в России практика реализации технологически сложных задач крупных компаний за счет собственных инжиниринговых подразделений без привлечения внешних исполнителей, является причиной низкой эффективности с экономической точки зрения в связи с отсутствием даже у крупных корпораций необходимого набора компетенций во всех специализациях;

- запрос со стороны корпораций всегда формируется на конечные готовые изделия и технологии, а не на новые разработки, что приводит к существенным преимуществам у зарубежных инжиниринговых компаний, поскольку они гарантируют сокращение сроков запуска новых производств в отличие от рисков невыполнения обязательств российскими поставщиками в случае необходимости повышения уровня готовности имеющихся у них технологий;

- информация об инжиниринговых компаниях и уровне их компетенций; представленная в имеющихся открытых источниках и сервисах, фрагментарна и, зачастую, ничем не подтверждена, что не позволяет быстро собирать команды для реализации сложных проектов оказания инжиниринговых услуг.

По оценке руководителя ИИЦ Николая Колпакова, основная проблема - непрозрачный перечень инжиниринговых компаний-потенциальных партнеров, отражающий их деятельность, географию, сложность и объем выполненных работ с описанием каждой сделки и отзывами заказчиков. В России, в отличие от индустриально развитых стран, широко не распространена практика использования портфеля отзыва клиентов в качестве одного из ключевых критериев отбора заказчиков. Отсутствие единых стандартов и подходов к предоставлению этой информации не позволяет сделать вывод о способности контрагента в указанный срок, в установленном стоимостном диапазоне и с гарантией достижения результата выполнить заказ и сформировать кросс-инжиниринговый аутсорсинг.

Возможности соучредителей позволили ИИЦ выстроить доверительные отношения с крупнейшими заказчиками инжиниринговых услуг в России, что дает основания взять на себя функционал поставщика первого уровня.

Анализ российской практики инжиниринга показывает, что доверие к исполнителю часто возникает при активном участии органов федеральной и региональной исполнительной власти в деятельности профессионального сообщества. Поэтому сегментацию поставщиков инжиниринговых услуг и выделение среди них поставщиков первого уровня представляется целесообразно производить с участием государства.

2.3 Модель деятельности региональных центров инжиниринга

Региональные центры инжиниринга (РЦИ) созданы согласно Приказу Минэкономразвития России от 24.04.2013 г. № 220 [12]. Целью организации РЦИ стало формирование сетевой инфраструктуры инжиниринга для производственных предприятий малого и среднего бизнеса (МСП), чтобы поддержать их проекты развития, модернизации и внедрения новых технологий. В 2013 г. на средства субсидий из федерального бюджета был создан 21 РЦИ в 15 субъектах РФ.

К числу основных направлений деятельности РЦИ относится содействие реализации мер государственной поддержки промышленным МСП при осуществлении ими проектов модернизации и внедрения новых технологий. При создании РЦИ Минэкономразвития России была поставлена задача обеспечения программы поддержки МСП, причем ведомство предоставляет две формы поддержки – финансовую и нефинансовую. Нефинансовая форма — это консультирование МСП, например, при разработке нового продукта, модернизации производства, поиске заказчиков. Финансовая форма поддержки предполагает покрытие 50% затрат (до 1 млн руб.) инвестиционных проектов МСП, не включая приобретение оборудования. Остальные работы оплачивает заказчик. Однако эта возможность предоставляется только промышленным предприятиям, а производственный сектор составляет всего 10% от всех МСП.

В рамках настоящего исследования был рассмотрен Пермский РЦИ [13], который учрежден Министерством промышленности, предпринимательства и торговли Пермского края в 2014 г. На базе Пермского РЦИ в регионе создан многофункциональный технологический сервис для промышленности, выполняя функцию «единого окна» для всех предприятий и предлагая широкий спектр инструментов развития производства, в том числе, решения в области цифровых и аддитивных технологий, промышленной кооперации, повышения производительности труда, поддержки экспорта.

Пермский РЦИ организовал промышленную кооперацию с крупными холдингами, такими как ПАО «Газпром», ПАО «СИБУР Холдинг», ОАО «РЖД» и др., представленными в регионе. В Пермском РЦИ получают запросы на технологии от крупных холдингов, после чего собирают команду исполнителей из представителей инжиниринговых, научных, конструкторских организаций, которые могут решить поставленную задачу. Поэтому такой инжиниринговый центр в регионе работает, скорее, как интегратор, независимо от отраслевой ориентированности заказа.

Опыт деятельности Пермского РЦИ дает основания называть его успешным инжиниринговым центром, прежде всего, потому, что совместно с региональной властью создана инфраструктура организации реальной промышленной кооперации по запросу крупных заказчиков. Эффективность работы РЦИ всегда будет зависеть от региональной политики, а именно, от выбора механизма поддержки МСП путем обеспечения заказов от крупного бизнеса. Если число промышленных предприятий, мотивированных к технологической модернизации, в регионе невелико, то у РЦИ возникают проблемы с заказами на инжиниринговые проекты. В такой ситуации альтернативными путями развития являются поиск крупных заказчиков или работа с малыми и средними компаниями в соседних регионах.

Необходимо отметить, что эффективность работы РИЦ в значительной степени связана с активностью их руководителей. Согласно условиям выделения федеральных средств (КРП Минэкономразвития России), РИЦ, численность сотрудников которого исчисляется двумя - тремя менеджерами, обязан в течение года оказать поддержку минимум 50 производственным компаниям в регионе. Согласование и выполнение заказов в интересах крупных компаний требует значительных временных ресурсов. Если региональным инжиниринговым центром руководит человек, для которого главным является формальное соответствие целевым показателям отчетности, деятельность такого центра, как правило, ограничивается малозатратными услугами для региональных промышленных компаний, например, софинансированием проектов МСП и сертификацией.

В не меньшей степени эффективность РЦИ зависит от позиции региональных органов власти. Средств федерального бюджета на текущую деятельность РИЦ зачастую оказываются недостаточно, поэтому критически важным фактором становится софинансирование подобных центров за счет средств региональных бюджетов. Если руководство региона не осознает важность деятельности РЦИ и не выделяет финансовую помощь для ее поддержки, то сам институт региональной инжиниринговой деятельности приобретает имитационный характер и со временем исчерпывается. Поэтому реально функционирующая система и практика работы Пермского РИЦ, с нашей точки зрения, нуждается в более широкой популяризации для тиражирования в других субъектах РФ, особенно в 15 регионах, ставших победителями конкурса Минобрнауки России на право создания НОЦ мирового уровня.

Крайне необходимо разработать рабочую платформу (портал) для межотраслевого кросс-инжиниринга, на которой инжиниринговые компании смогут взаимодействовать друг с другом в режиме реального времени и оперативно собирать команды специалистов

для выполнения заказов, не опираясь на использование исключительно личных связей. Пример такого кросс-инжиниринга показал Пермский РЦИ при реализации проекта по заказу ПАО «Газпром», создав команду из пяти инжиниринговых компаний, которые совместно решили поставленную задачу.

Среди РЦИ, развернувших свою деятельность в других субъектах РФ, особого внимания заслуживает, с нашей точки зрения, центр в Хабаровском крае [14], быстро выросший из небольшой инжиниринговой компании. Первоначально его штат состоял из 3 человек, которые занимались автоматизацией региональных производств компаний Минтранс России. Эти проекты позволили сформировать портфель уникальных компетенций и услуг, привлекая более крупных заказчиков. В настоящее время штат центра вырос до 30 человек, а в числе постоянных клиентов можно назвать АО «СУЭК».

2.4 Модель деятельности инжиниринговых центров при вузах

В рамках реализации Плана мероприятий в области инжиниринга и промышленного дизайна (далее – «Дорожная карта»), утвержденного Распоряжением Правительства РФ от 23.07.2013 г. № 1300-р была оказана финансовая поддержка (от 25 до 150 млн руб.) 72 университетским инжиниринговым центрам (вузовские ИЦ), созданным на базе 69 вузов в 39 регионах России. Тот факт, что доля привлеченного внебюджетного финансирования в 2018 г. увеличилась до 80%, в то время как в 2013 г. составляла 60%, говорит о востребованности рынком созданных структур. Параллельно с развитием наукоемкого производства инжиниринговые центры актуализировали содержание системы подготовки и переподготовки инженерных кадров. Как результат реализации комплекса мероприятий общая выручка вузовских ИЦ за 2014-2019 гг. превысила 13,3 млрд руб., из которых свыше 11,7 млрд руб. было получено за оказание инжиниринговых услуг организациям реального сектора, число которых составило от 1,5 до 2 тысяч компаний [15, 16].

Правительством РФ итоги реализации первого этапа программы создания и развития инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования в целом были признаны успешными и рекомендованы к масштабированию [17]. Заделы и результаты прикладных разработок, которые имеют потенциал коммерциализации в краткосрочной перспективе, рекомендовано рассматривать в качестве основы для подачи заявок на получение государственной поддержки в рамках

программы развития инжиниринговых центров вне зависимости от ведомственной принадлежности.

Вместе с тем, на проектной сессии Российского технологического агентства, проведенной в декабре 2019 г. [18], была акцентирована ключевая проблема, которая препятствует развитию института вузовских ИЦ, не позволяя наращивать конкурентоспособные компетенции и строить планы своего развития, в том числе и повышения экспортного потенциала вузовского инжиниринга.

Эта проблема сформулирована руководителями крупных вузовских ИЦ (МГТУ им Н. Баумана, ТГУ, УРФУ) как невозможность построить долгосрочные партнерские отношения с крупными промышленными компаниями - поставщиками заказов на инжиниринг. В отсутствии возможности получения масштабных заказов у вузовских ИЦ не складывается понимание технологических проблем, решение которых будет востребовано крупнейшими компаниями российской экономики в перспективе двух-трех лет. Эта проблема имеет многофакторное измерение, однако, прежде всего, рассмотрим, как на ее появление повлияли формулировки конкурсной и отчетной документации, регламентирующие создание и деятельность вузовских ИЦ.

В Положении о проведении открытого публичного конкурса на предоставление государственной поддержки проектов по созданию и развитию ИЦ на базе образовательных организаций высшего образования определена цель конкурса: «формирование инжиниринговых центров, оказывающих инжиниринговые услуги организациям реального сектора экономики и продвижение инновационных научно-исследовательских разработок, а также реализация проектов по выпуску промышленной продукции, обладающей экспортным потенциалом» (п. 1.3) [19].

Для достижения этой цели необходима серьезная и детальная программа планируемых мероприятий, обоснование которых должно было обеспечить получение государственной поддержки. Поэтому важнейшим документом для участия в конкурсе стала Стратегическая программа развития каждого вузовского ИЦ. Методические рекомендации по разработке и реализации Стратегических программ развития предлагали участникам конкурса подготовить документ, включающий следующие структурные элементы: описание планируемых работ, анализ рынка, план продаж и стратегия маркетинга, организационный план, анализ ресурсов, финансово-экономические показатели и пр. [20]. Фактически, такая структура ориентировала конкурсантов разработать не стратегическую программу, а инвестиционные проекты по созданию новой структуры вуза, обеспечивающей выпуск промышленной продукции (оказание услуг).

К сожалению, в конкурсной документации не было представлено каких-либо рекомендаций по определению конкретных путей развития эффективного взаимодействия с реальным сектором экономики для достижения поставленной цели.

В полном соответствии с конкурсными документами Методические указания по формированию отчетных материалов о реализации Стратегических программ развития вузовских ИЦ [21] акцентируют необходимость предоставления сведений о финансировании проекта, о достижении значений ключевых плановых показателей проекта, о расходах капитального характера, об объеме оказанных инжиниринговых услуг/работ и пр. Таким образом, вузовские ИЦ были ориентированы только на выполнение плановых показателей и отчетность по расходованию полученных средств государственной поддержки, а не на достижение стратегических целей.

Вместе с тем, вопросы развития многоуровневого взаимодействия с крупными компаниями, которые должны были стать регулярными заказчиками инжиниринговых услуг, обеспечивая свои среднесрочные планы технологического развития, не были рассмотрены в методических рекомендациях ни при планировании деятельности вузовских ИЦ, ни при составлении отчетов о проделанной работе.

Эффективное взаимодействие каждого вузовского ИЦ с промышленным сектором, в том числе успешная реализация инновационных программ вуза, невозможна без формирования общего видения и создания необходимой инфраструктуры, включая заключение соглашений об интеллектуальной собственности и о конфиденциальности между заинтересованными сторонами, разработку маркетинговых программ и системы отслеживания взаимодействия с отраслью. Очевидна необходимость формирования такого стратегического плана развития, который должен разрабатываться руководством вузовских ИЦ совместно с индустриальными партнерами. На основании такого совместного плана действий должны составляться соглашения о партнерстве.

Формирование долгосрочных контрактов с промышленным сектором имеет решающее значение для вузовских ИЦ, поскольку они обычно организуются на базе группы партнеров вуза, которые уже участвовали в совместных исследованиях или заказных работах, предшествующих созданию центра. В соответствии с заключенными партнерскими соглашениями, промышленные компании должны получить право участвовать в управлении проводимыми исследованиями, распределении прав на созданную интеллектуальную собственность, а также заказывать обучающие курсы для повышения квалификации своих сотрудников. В таких соглашениях индустриальные партнеры могут предоставить возможности обсуждения актуальных вопросов развития отрасли и отдельных компаний в рамках различных мероприятий, определения областей

для сотрудничества с промышленностью, рассмотрения вопросов раскрытия изобретений и выработки совместных действий в отношении патентной охраны и пр.

Целесообразным, с нашей точки зрения, было бы Минпромторгу России совместно с Минобрнауки России разработать соответствующие рекомендации по содержанию стратегически важных для вузовских ИЦ соглашений с индустриальными партнерами, которые бы стали бы основой долгосрочного и плодотворного взаимодействия с крупными промышленными компаниями.

Кроме этого, необходимо отметить, что ИЦ организованы на базе вузов, в том числе технического профиля, которые уже создали развитую инновационную инфраструктуру для доработки и передачи в производство новых технологий, изделий, процессов и систем. За последние двадцать лет во многих вузах стали функционировать центры прототипирования, экспериментальные производства, испытательные полигоны, инновационные «песочницы», центры коллективного пользования для применения созданных научно-технических знаний на практике. В последние годы набирает популярность новый вид инновационной инфраструктуры - центры компетенций. Такие центры по сравнению с центрами коллективного пользования предусматривают не просто использование арендуемого оборудования, а предоставляют возможность с помощью имеющих соответствующие компетенции специалистов провести испытания новой продукции по сертифицированным методикам.

Поэтому вузовский ИЦ, планируя комплексное решение поставленной задачи, получает возможность позиционирования на рынке в качестве партнера заказчика, способного оказывать не только услуги индустриального инжиниринга, но и совместно создавать дополнительную стоимость нового продукта. Такой подход требует взаимного доверия сторон, их готовности к установлению и поддержанию партнерских отношений. ИЦ получает возможность выполнять роль интегратора оказываемых услуг, привлекая все имеющиеся возможности инновационной инфраструктуры вуза.

По мнению экспертов, компании-заказчики считают услуги специализированных инжиниринговых центров слишком дорогими и ожидают, что их заказ выполнят за минимальные деньги [22]. Поэтому главная проблема вузовских ИЦ заключается в переходе от отдельных заказов к сотрудничеству и совместному решению технических проблем заказчика. В этом сущность центров индустриального инжиниринга, которые должны позиционировать на рынке высокотехнологичных услуг свою специализацию и способность к обеспечению эффективного аутсорсинга для решения возникающих у заказчика проблем при освоении новой продукции и модернизации производства.

Вместе с тем, в новой Программе по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе вузов, реализуемой Минобрнауки России совместно с Минпромторгом России с 2020 г. на основе Постановления Правительства РФ от 01.08.2020 г. № 1156 [17], две трети показателей новых вузовских ИЦ связаны с результатами исключительно с их образовательной деятельностью. Такие показатели могут отражать стремление к выполнению текущих требований заказчика, но не ориентирует руководителей вузов и промышленных предприятий на развитие многоуровневого взаимодействия с организациями реального сектора экономики. Необходимо совершенствовать Программы создания и развития вузовских ИЦ, чтобы они отвечали современным требованиям интенсификации реального сектора экономики.

Нельзя не согласиться с мнением ректора Томского политехнического университета Андреем Яковлевым о необходимости вузам ориентироваться на смещение фокуса своей научной и образовательной деятельности «с работы по требованию заказчика на начало цепочки создания стоимости (формирование стратегии развития предприятия или целой отрасли, организацию новых производств) и этап эксплуатации» [23]. Такой подход потребует разработки новых форм взаимодействия «студент – преподаватель – исследователь – представитель бизнеса – представитель власти». Нужно будет решать сложные вопросы управления правами на получаемые в рамках сотрудничества результаты интеллектуальной деятельности, включающие лицензирование, отношения с институтами развития, вклад вузов в поддержку действующих производств. Итоговым результатом такого многоуровневого взаимодействия будет эффект как для развития университетов, так и для передовых индустрий и, в конечном счете, для государства в целом.

2.5 Модель деятельности отраслевого инжинирингового центра

Среди проанализированных инжиниринговых компаний и центров обращает на себя внимание перспективность отраслевого подхода к их организации. В новом Плане мероприятий ("Дорожной карте") в области инжиниринга и промышленного дизайна (2020-2025 гг.) намечено создание сети отраслевых инжиниринговых центров, которая повысит потенциал инжиниринговых компаний в интересах реализации крупных проектов, позволит поднять конкурентоспособность компаний в конкурсных процедурах и сформировать единую программу разработок. Создание сети отраслевых инжиниринговых центров будет поручено Минпромторгу России, Минстрою России,

Минэнерго России, Минсельхозу России и другим заинтересованным федеральным органам исполнительной власти [2].

Примером успешного отраслевого инжиниринга можно назвать Менделеевский инжиниринговый центр (МИЦ) на базе РХТУ им. Д.И. Менделеева, созданный в рамках конкурса Минобрнауки России, который начал работать с 2019 г. и уже за первый год объем оказанных услуг превысил более 100 млн руб., окупив бюджетные средства, которые были вложены в этот проект. Специализация центра – решение задач тонкого органического синтеза, направленных на разработку технологий лекарственных средств, создание активных фармсубстанций (главных компонентов лекарств) и агрохимических средств защиты растений: пестицидов и гербицидов.

Отечественный фармацевтический бизнес после долгого пути от локализации упаковки лекарств, до российского производства готовых лекарственных форм начал активно развивать собственные производства субстанций, их синтез дает ощутимые преимущества в бизнесе. Благодаря регуляторным механизмам, принятым Минпромторгом России [24], преференции до 25% получают российские фармацевтические компании при конкурсных закупках лекарств, если у них есть собственное производство фармсубстанций.

Создать такое производство можно при наличии крупного НИОКР центра, который пока не могут себе позволить российские производители в отличие от ведущих мировых фармацевтических компаний. Существующие российские научные лаборатории обычно специализируются на ранней разработке лекарств или на совершенствовании готовых лекарственных форм. Поэтому в мировой практике производство фармсубстанций отдается на аутсорсинг компаниям, специализирующимся на малотоннажной фармохимии. На удовлетворение такого появившегося спроса ориентируется инжиниринговый центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, который стал отраслевым интегратором перспективных научных разработок в области органического синтеза и промышленного производства. МИЦ создает экономически выгодную и масштабируемую схему синтеза на основе полученных и исследованных в лабораториях вуза образцов новых или модифицированных молекул для внедрения в российских фармацевтических компаниях. За первый год работы были заключены соглашения о совместной деятельности почти со всеми ведущими российскими производителями лекарств (Фармасинтез, Р-Фарм, Нанолек, Технология Лекарств и др.).

Основой МИЦ является уникальное для отрасли опытно-промышленное малотоннажное производство – пилотный цех фармсубстанций с реакторным парком, позволяющим синтезировать вещества в объеме от 5 до 300 литров. Подразделения РХТУ

(Центр цифровой трансформации, Факультет цифровых технологий и химического инжиниринга и другие) обеспечивают высокопрофессиональное научно-технологическое кадровое сопровождение. МИЦ активно участвует в образовательном процессе, предоставляя студентам и аспирантам возможность проводить исследования на реальном высокотехнологичном оборудовании по актуальной тематике, используя возможности уникальной площадки.

Дальнейшее отраслевое развитие МИЦ и реализация экспортного потенциала его продуктов требует масштабирования технологических, финансовых и других возможностей, которые будут реализованы при последующей интеграции Центра в создаваемом на базе РХТУ Инновационном научно-технологическом центре «Долина Менделеева» [25]. Инжиниринговый центр станет технологическим ядром Долины, тиражируя модель своей работы на все перспективные направления. Все это поможет РХТУ им. Д.И. Менделеева, опорному вузу химической отрасли, заметно повысить своей позиции как на российском, так и на международном уровне.

Другим успешным примером отраслевого инжиниринга можно назвать Инжиниринговый химико-технологический центр (ИХТЦ) при Томском государственном университете [26], который был создан в 2014 г. Модель работы ИХТЦ отличается отраслевой специализацией и получением статуса юридического лица.

Между ООО «ИХТЦ» и ТГУ выстроена устойчивая кооперация: инжиниринговый центр привлекает финансовые ресурсы и промышленных партнеров, которые в дальнейшем заключают договоры напрямую с университетом. С другой стороны, университет, занимаясь развитием своей инфраструктуры, в том числе приборной базы, обращается в инжиниринговую компанию для стратегически выверенного формирования запроса на обновление фондов, обеспечивающих привлечение большего числа контрактов. ИХТЦ и ТГУ непрерывно поддерживают общение и обмен информацией, при этом взаимодействие выстроено напрямую между центром и некоторыми лабораториями в университете.

Крупные компании химической отрасли – ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «Газпром нефть», Государственная корпорация «Ростех» и другие – активно наращивают свои производственные мощности, строят заводы, поэтому технологические услуги ИХТЦ имеют постоянный спрос. Основные заказчики ИХТЦ – государственные и частные компании, в том числе специализирующиеся на производстве удобрений, предприятия нефтегазовой отрасли, часть заказов формируется за счет предприятий фармакологического сектора.

Прогнозное значение суммарного объема заказов ООО «ИХТЦ» на 2020 г. составляет около 250-300 млн руб. Годовой бюджет на содержание компании, включая обслуживание офисов, производственных площадей и выплату кредитов, в 2019 г. составил около 55 млн руб. [27]. Начиная с 2015 г. рост выручки составляет около 200% в год. В 80% контрактов центр опирается на возможности ТГУ, но при необходимости обращается и к другим научно-исследовательским организациям, в том числе вузам. При этом оборудование, которое было приобретено на средства, полученные в рамках реализации государственной программы поддержки инжиниринговых центров, осталось в университете, а приборная база ИХТЦ приобретена за счет средств, полученных в рамках выполнения контрактов.

Оборудование технологической площадки позволяет выполнять сложные работы по базовой специализации ИХТЦ - масштабированию химических технологий. Основным направлением деятельности инжинирингового центра стали заказы, предполагающие проверку на опытно-промышленном оборудовании разработок научно-исследовательских организаций, которые проводятся в интересах компаний реального сектора экономики.

В подавляющем числе заказов права на интеллектуальную собственность, созданную инжиниринговым центром в процессе выполнения контрактов, передаются заказчику. Между тем, в последние два года МИЦ начал формировать собственный портфель объектов ИС, которые возникли в процессе выполнения различных работ вне контрактов, часть из которых предназначена для дальнейшей передачи по лицензионным договорам.

Отраслевые инжиниринговые центры при вузах демонстрируют весьма успешные результаты, сочетая устойчивую кооперацию с промышленными партнерами и широкого спектра компетенций высокопрофессиональный кадровый инженерный потенциал вуза. Привлечение финансовых ресурсов позволяет предоставлять студентам и аспирантам возможность проводить исследования на реальном высокотехнологичном оборудовании по актуальной тематике, используя возможности уникальной площадки

3 Рекомендации по развитию инжиниринга в Российской Федерации

3.1 Идентификация инжиниринговой деятельности по шкале «Уровни готовности технологических проектов»

Несмотря на значительные усилия государства, предпринятые на протяжении последних лет, проблемы определения и унификации инжиниринговых услуг по-прежнему актуальны для отечественного рынка инжиниринга. Важнейший вопрос идентификации инжиниринговой деятельности как основы экономической деятельности и конъюнктуры инжиниринга в целом до конца не решен, хотя в «Дорожной карте» 2013-2018 гг. он был вынесен как основополагающий для реализации всех мероприятий и теперь снова включен в «Дорожную карту» 2020-2025 гг. Уточнение содержания инжиниринга требуется для унификации существующей нормативной базы, в первую очередь, при внесении изменений в Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» [28].

Обзор определений инжиниринга в отечественных публикациях позволяет отметить, что до настоящего времени содержание инжиниринговых услуг в России не детализовано в такой степени, чтобы идентифицировать эту деятельность для создания соответствующего нормативно-методического обеспечения. В ГОСТ Р 57306 [29] под инжиниринговыми услугами понимается «решение научно-технических и организационно-управленческих задач, возникающих при выполнении всех этапов жизненного цикла нового продукта, технологии, процесса либо сооружения, профессионалами, имеющими соответствующую специализацию». Это определение носит максимально общий характер и не может детально описать состав и содержание инжиниринговых услуг. Без четкой идентификации такой деятельности нельзя организовать федеральное статистическое наблюдение за показателями развития отрасли инжиниринга в Российской Федерации и обеспечить совершенствование ее государственного регулирования.

Сложность идентификации инжиниринговой деятельности заключается в том, что она включает в себя целый ряд смежных областей, в том числе, конструирование, проектирование, дизайн, программирование, управление, консультирование, которые на разных этапах жизненного цикла продукта еще и наполняются различным содержанием

Не случайно в новой «Дорожной карте» на период 2020-2025 гг. появились мероприятия по внесению изменений в законодательные акты, правительственные

постановления и приказы министерств «в части введения единого нормативного определения инжиниринговой деятельности, деятельности по промышленному дизайну и установления требований к инжиниринговым компаниям, инжиниринговым центрам, а также организациям сектора промышленного дизайна» (п.7), планируется «подготовка предложений о внесении изменений в нормативно-правовые акты Российской Федерации в целях развития системы мониторинга рынка инжиниринговой деятельности и деятельности в области промышленного дизайна» (п.8) и «внесение изменений в Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД 2) и Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2) в части включения видов работ в рамках оказания инжиниринговых услуг и услуг по промышленному дизайну» (п.9) [2].

Эта работа планируется, несмотря на то, что Минпромторг России Приказом от 18.08.2016 г. № 2890 [30] утвердил собирательные классификационные группировки в области инжиниринга и промышленного дизайна, на основании которых были внесены изменения в Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД 2) и Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2).

В инжиниринговые услуги, согласно действующим общероссийским классификаторам, в настоящее время входят, в основном услуги по проектированию и строительству промышленных и гражданских объектов (более 70% всех видов экономической деятельности и продукции). Остальные услуги, указанные в классификаторах в самом общем виде, связаны с проектированием производственных процессов, техническим и научно-техническим консультированием, а также с промышленным дизайном. О содержании инжиниринговых услуг, отражающих продвижение новых научно-технических решений и инновационной продукции на рынок, услугах по управлению инвестиционными проектами в классификаторах ничего не сказано.

В Приказе Минпромторга России, утвердившем Концепцию мониторинга развития рынка инжиниринговых услуг и промышленного дизайна [31], составлено достаточно широкое «списочное определение инжиниринговых услуг», как общего, так и отраслевого характера. Однако без привязки к жизненному циклу разрабатываемого нового продукта такой перечень не позволяет системно собрать все виды работ, входящих в содержание инжиниринговых услуг, и что самое важное, не учитывает экономический аспект инжиниринговых услуг как рыночного продукта.

Если проанализировать практику деятельности успешных инжиниринговых

компаний, особенно выполняющих заказы крупных корпораций, то обращает на себя внимание тот факт, что условия договоров по таким заказам носят комплексный характер в виде «поставки будущей вещи» [32]. В таком гражданско-правовом договоре, согласно ст. 455 ГК РФ [33], продавец инжинирингового продукта гарантирует разработку и создание вещи (имущества), которого у него пока еще не имеется в наличии. На практике подобные сделки возможны, если стороны взаимно доверяют друг другу и уверены, что сформулированные в договоре требования по техническим, технологическим, экономическим, качественным, функциональным, экологическим характеристикам создаваемого товара будут обязательно выполнены.

Особенностью инжинирингового продукта является то, что заказчику в отличие от договоров на НИОКР необходимы сопутствующие услуги помимо создания нового технологического процесса или поставки оборудования (будущей вещи). Содержание таких услуг может включать [34], в том числе:

- оценку технических и экономических возможностей организации производства;
- составление технических заданий для субподрядчиков;
- составление проектных предложений и технико-экономических обоснований строительства промышленных и других объектов;
- составление смет расходов, оказание помощи в финансировании и проведении переговоров о заключении контракта, контроль за расходами;
- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- проведение инженерно-изыскательских работ для строительства объектов;
- разработку составов материалов, сплавов, других веществ и проведение их испытаний;
- разработку технологических процессов, приемов и способов;
- изготовление опытных образцов, разработку инструкций и отправных данных, необходимых для организации производства;
- обучение персонала и др.

Все это в комплексе включает в себя договор «поставки будущей вещи». Поэтому в настоящем исследовании для уточнения содержания инжиниринга применен подход, используемый в системе критериев при экспертной оценке научно-технологических проектов, каждый из которых всегда соответствует отдельному этапу (нескольким этапам) жизненного цикла нового наукоемкого продукта или технологического процесса.

В настоящее время, как в России, так и за рубежом, для оценки уровня готовности

технологии используется методический подход, основанный на применении 9-ти уровневой шкалы TRL (Technology Readiness Level) [35], в рамках которой можно получить ответ на вопрос, насколько данная разработка в своем техническом развитии продвинулась от научной идеи до практического применения.

Вместе с тем, при оценке уровня готовности реального научно-технологического проекта как инвестиционного проекта нужно определить не только его отдельные технические характеристики, как в TRL. Кроме них всегда необходим анализ других ценностей выполненной разработки нового наукоемкого продукта от инженерной и организационной готовности до возможности коммерциализации, позволяющие получить сбалансированное мнение о проекте в целом. Такой подход позволяет реализовать на практике единую метрику состояния проекта создания нового продукта в различных отраслях для определения путей последовательного улучшения полученных результатов.

Если очередной этап такого проекта был выполнен внешней структурой по заказу организации, разрабатывающей или внедряющей новый наукоемкий продукт, то проведенные работы по сути являются инжиниринговыми услугами, согласно Приказу Росстата от 30.12.2019 г. (в ред. от 17.01.2020 г.) [36]. Это дает основания структурировать содержание инжиниринговой деятельности согласно шкале «Уровни готовности технологического проекта» (УГТП), которая подробно описана в работе [37]. Методика УГТП основывается на наличии документов, подтверждающих выполнение определенных результатов работ.

В Российской Федерации шкала УГТП отвечает различным регламентирующим документам, в том числе: ГОСТ Р 56861- 2016 [38], ГОСТ Р 57194.1- 2016 [39], ГОСТ Р 58048-2017 [40], ISO 16290:2013 [41], что позволяет ее применять в практической деятельности.

Как было уже подчеркнуто выше, ценность технологической разработки нового продукта одновременно с приближением к технической завершенности, должна дополняться производственной, инженерной и организационной проработкой планируемого серийного выпуска нового продукта, а также оценкой преимуществ и рисков разрабатываемой модели его коммерциализации при продвижении на рынок, которые отражены наборами факторов. Рассмотрим каждую из таких характеристик детальнее с точки зрения содержания инжиниринговой деятельности на всех стадиях развития проекта:

1. Техническая готовность проекта разработки нового наукоемкого продукта определяет стадии изготовления объекта анализа от идеи до серийного образца, а также этапы проведения обязательных проверок и испытаний новой продукции или технологии.

2. Производственная готовность проекта разработки нового наукоемкого продукта определяет степень завершенности процесса подготовки его производства от уровня промышленного образца до серийного выпуска, в том числе отражает уровень интеграции нового процесса в существующие производственные цепочки, и подтверждается детальной экономической оценкой стоимости перестройки производства по сравнению с заказом на такие работы по аутсорсингу.

3. Инженерная готовность проекта разработки нового наукоемкого продукта характеризует степень завершенности технологических операций процесса изготовления модели/макета/образца вплоть до их реализации на промышленной производственной линии, а также соответствие необходимых операций существующим технологиям и процессам изготовления комплектующих у партнеров и их поставщиков.

4. Организационная готовность проекта разработки нового наукоемкого продукта характеризует степень завершенности мер по обеспечению процессов подготовки его производства, отражая согласование новой технологии с ответственными лицами исполнителя, а также учет результатов испытаний и уточнений технических характеристик с заказчиками, их обязательств по составу и объему закупок, демонстрации системы оказания сервисной поддержки и модели коммерциализации интеллектуальной собственности.

5. Оценки преимуществ и рисков проекта разработки нового наукоемкого продукта отражают основные факторы его конкурентных преимуществ, рассматривая результаты исследований патентного ландшафта на предмет наличия конкурентных патентов и необходимости лицензирования патентов третьих лиц, а также риски на основных площадках производства и рынках сбыта с учетом применения действующих стандартов и воздействия на окружающую среду.

6. Рыночная готовность и коммерциализация проекта разработки нового наукоемкого продукта характеризуются его соответствием сложившейся конкурентной среде и разработанной бизнес-модели коммерциализации, а также результатам обмена информацией с потенциальными клиентами для уточнения характеристик объекта анализа и корректировки производственных технологий с учетом ограничения по цене продукции.

Если перечисленные выше работы выполнены по аутсорсингу для организации, разрабатывающей или внедряющей новый продукт, то проведенные работы являются инжиниринговыми услугами, согласно Приказу Росстата от 30.12.2019 г. (в ред. от 17.01.2020) [25]. Обобщенное описание содержания инжиниринговой деятельности для достижений ключевых состояний параметров развития научно-технологического проекта по шкале УГТП представлено в таблице 1 на основании данных публикации [42].

Таким образом, на каждом этапе разработки и подготовки к серийному производству нового наукоемкого продукта содержание инжиниринговой деятельности достаточно детально отражает шкала УГТП. Это дает возможность идентифицировать содержание инжиниринговых услуг для целей введения единого нормативного их определения, организации федерального статистического наблюдения за показателями развития отрасли инжиниринга в Российской Федерации, установления требований к инжиниринговым компаниям и центрам, разработки предложений о внесении изменений в нормативно-правовые акты, в том числе в общероссийские классификаторы видов экономической деятельности и продукции по видам экономической деятельности в части включения видов работ в рамках оказания инжиниринговых услуг.

3.2 Создание Национального реестра инжиниринговых компаний как инструмента их сетевого взаимодействия

Базовой задачей для развития инжиниринга является не только идентификация содержания инжиниринговых услуг как таковых, но и система подтверждения компетенций компаний, называющих себя инжиниринговыми и способных оказывать услуги в определенные сроки, с утвержденным качеством и в рамках утвержденных бюджетов. Несмотря на наличие перечня инжиниринговых компаний на разных порталах, в настоящее время выполнять подбор контрагентов для реальных проектов с их помощью не представляется возможным.

Показательный пример был приведен на экспертном семинаре [43]. В первом полугодии 2020 г. для реализации частной задачи ПАО Газпромнефть был запущен проект, в рамках которого было необходимо найти поставщика инжиниринговых услуг в области производства пластиковых изделий. Из ста компаний – потенциальных поставщиков, выбранных на платформе Государственной информационной системы промышленности (ГИС Промышленность), три уже прекратили свое существование, оставшиеся 97 – реально действующие компании. После первого запроса о взаимодействии 50 компаний отпали, так как прекратили выходить на связь. Оставшимся 47 компаниям было предложено пройти сертификацию по опросному листу в формате видеоконференции. Однако готовность подтвердить таким образом свои компетенции, ответить на вопросы о наличии программного обеспечения, кадровом составе и ранее выполненных работах выразила только одна компания.

Частично информация о рынке инжиниринга, в том числе о нормативно-правовом регулировании и поддержанных инжиниринговых центрах представлена на сайте Минпромторга России [44], однако данные не были актуализированы уже несколько лет.

Таблица 1 - Обобщенное описание содержания инжиниринговой деятельности для достижений ключевых состояний характеристик развития научно-технологического проекта по шкале Уровней готовности технологических проектов (УГТП)

Уровень УГТП	Содержание инжиниринговой деятельности	Характеристики развития научно-технологического проекта					
		Технологическая готовность проекта	Инженерная готовность проекта	Производственная готовность проекта	Организационная готовность проекта	Преимущества и риски проекта	Рыночная готовность и коммерциализация проекта
1	Выполнение проекта для достижения стадии 1	Фундаментальная концепция	Требования к инженерным ресурсам	Базовые требования к производству	Схема базовых бизнес-процессов	Первоначальная оценка преимуществ и рисков	Оценка полезности
2	Выполнение проекта от стадии 1 до стадии 2	Области применения	Анализ влияния на конечную систему	Оценка доступности материалов и процессов	Партнерское окружение	Патентные анализ	Ценностное предложение
3	Выполнение проекта от стадии 2 до стадии 3	Макетный образец	Проверка совместимости	Выбор производить / заказывать	Уточненные технические требования к продукту	План снижения рисков	Конкурентное окружение
4	Выполнение проекта от стадии 3 до стадии 4	Лабораторный образец	Интеграционные интерфейсы	Базовая технология производства	Требования к сервисной поддержке	Стратегия защиты ИС	Поставщики и партнеры, ценовая политика
5	Выполнение проекта от стадии 4 до стадии 5	Образец в реальном масштабе	Режимы пилотного производства отработаны	Изготовление в реальных условиях	Уточненная бизнес-модель	Уточненные преимущества	Уточненная модель ценообразования

6	Выполнение проекта от стадии 5 до стадии 6	Полнофункциональный образец	Изготовление пилотной линии	Состав пилотной производственной линии	Обученный персонал	Заявки на патенты. Технические риски сняты	Точные спецификации продукта
7	Выполнение проекта от стадии 6 до стадии 7	Продукт в составе макета системы	Конструкторская подготовка CAD/CAM	Технологическая подготовка производства	Соглашения с заинтересованным и организациями	Подписаны лицензионные договоры	Предварительный вывод на рынок
8	Выполнение проекта от стадии 7 до стадии 8	Продукт в составе системы	Доработка моделей	Отработка стабильного пилотного производства	Организационная подготовка производства и сервиса	Подписаны соглашения с партнерами	Отработка замечаний заказчиков
9	Выполнение проекта от стадии 8 до стадии 9	Улучшение и эволюция изделия	Рабочая документация	Основное и вспомогательное производство	Поддержка производства, сервиса, снижение издержек	Мониторинг конкурентов	Вывод на рынок

Источник: составлено авторами по данным [42]

Формирование открытого реестра компаний - участников рынка инжиниринговых услуг и оборудования, применяемого при оказании инжиниринговых услуг, было одной из задач «Дорожной карты» развития инжиниринга на 2013-2018 гг. [1, п. 36]. В качестве площадки для размещения такого реестра была выбрана ГИС Промышленность, созданная во исполнение Федерального закона «О промышленной политике в Российской Федерации» [28]. В таблице 2 проанализирована информация, представленная на странице «Объекты инжиниринговой деятельности» портала ГИС Промышленность [45] по состоянию на сентябрь 2020 г.

Таблица 2 - Объекты инжиниринговой деятельности на портале ГИС Промышленность

Объект инжиниринговой деятельности	Количество единиц	Примечание
Инжиниринговые компании	1752	Только названия, всем компаниям присвоен нулевой рейтинг
Высокотехнологичное оборудование	60	Указана организация и области применения
Инжиниринговые услуги	222	Указан поставщик и описание
Программное обеспечение	413	Указан поставщик, описание, вид и номер ПО
Результаты интеллектуальной деятельности	1860	Указан правообладатель, вид, охранный документ
Объекты научного потенциала	134	Указана организация, области применения, дополнительная информация
Обучение и повышение квалификации – образовательные программы	18	Указана организация, описание, тип программы, график обучения, стоимость
Обучение и повышение квалификации – организации	12	Указан адрес и общее описание организации
Потребности в услугах	4	Краткое описание и заказчик
Потребности в оборудовании	10	Указан заказчик, название оборудования и порядок получения
Потребности в программном обеспечении	10	Указан заказчик, название или задача, порядок получения

Источник: составлено авторами по данным ГИС Промышленность

Несмотря на очевидную перспективность создания и использования такого реестра, попытка его организации на базе ГИС Промышленность оказалась неудачной. Все представленные на портале данные датированы не позднее чем 1 января 2017 г. Кроме того, несмотря на значительное число компаний, перечни ПО и РИД, доступные для вовлечения в инжиниринговые проекты, на портале ГИС Промышленность суммарно представлено лишь 24 запроса от 4 организаций.

Попытки систематизировать информацию о компаниях, центрах и инжиниринговом рынке в целом предпринимались и в порядке частных инициатив.

Наиболее актуальную информацию о российском инжиниринге можно получить на регулярно поддерживаемом сайте ENGINRUSSIA.RU [46], созданном в 2010 г. Этот ресурс о 209 инжиниринговых компаниях, 52 центрах инжиниринга и 114 производственных предприятиях, поддерживающих развитие инжиниринга и производства, по числу запросов занимает первое место в поисковой системе Google и третье место в Яндексе.

Вместе с тем детальный анализ 209 инжиниринговых компаний на этом сайте показал, что среди них 10 федеральных бюджетных организаций указаны ошибочно. Среди оставшихся 199, по данным веб-сервиса Контур-Фокус [47], позволяющего проверять финансовое и правовое состояние организаций, ликвидировано за последние 2-3 года 46 компаний (23%). Среди остальных 153 компаний 37 (24%) - малые предприятия численностью до 100 человек, 78 (51%) – микропредприятия численностью до 15 человек). Таким образом, большинство инжиниринговых компаний (75%) – это малочисленные организации. Причем у 42 (27%) действующих инжиниринговых компаний на конец 2019 г. финансовое состояние характеризовалось от «неудовлетворительного» до «критического».

Рассмотрим основные виды деятельности, которые указывали инжиниринговые компании в своих ежегодных отчетах.

Наиболее часто инжиниринговые компании (45 (29%) компаний) указывают классы ОКВЭД 69-73 (деятельность профессиональная, научная и техническая), среди которых у большей половины (26 (17%) компаний) подтверждается класс 71 «деятельность в области архитектуры, инженерно-технического проектирования, технических испытаний, исследования, анализа». У 19 компаний (12%) класс 72 «научные исследования и разработки»

На втором месте у инжиниринговых компаний (30 (20%) компаний) указывается производственная деятельность обрабатывающих производств (классы ОКВЭД 10-33), среди которых наиболее часто подтверждается класс 28 «производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки».

На третьем месте инжиниринговые компании (20 (12%) компаний) указывают свою деятельность в области строительства строительство (классы ОКВЭД 41-43), среди которых наиболее часто (65%) подтверждается класс 43 «работы строительные специализированные»

Почти также часто, как и строительная деятельность, по частоте упоминания у инжиниринговых компаний (19 (12%) компаний) следует торговля (классы ОКВЭД 45-47), среди которых подтверждается только класс 46 «Торговля оптовая, кроме оптовой

торговли автотранспортными средствами и мотоциклами», в нем доминирует «торговля оптовая неспециализированная» (класс ОКВЭД 46.90).

Еще следует упомянуть деятельность инжиниринговых компаний (12 (8% компаний) по разработке компьютерного программного обеспечения, оказанию консультационных услуг в данной области и деятельность в области информационных технологий (классы ОКВЭД 62 и 63).

Таким образом, в результате выполненного нами анализа удалось выяснить, что основными видами деятельности у большинства инжиниринговых компаний является строительство (12%+17%=29%), обрабатывающее производство (20%), торговля (12%), научные исследования и разработки (12%) и информационные технологии (8%). При этом все компании называют себя инжиниринговыми и по собственной инициативе были внесены в перечень на портале ENGINRUSSIA, что указывает, фактически, на отсутствие государственной системы кодификации реальной инжиниринговой деятельности.

Примером каталогизации инжиниринговых компаний и центров, выполненном на региональном уровне, является перечень из 41 организации в специализации «Инжиниринг и инновации» на портале Деловой Петербург [48]. Представленный перечень не является исчерпывающим ни по одному признаку, в нем собраны как представители сектора индустриального и строительного инжиниринга, так и инновационные компании.

Несмотря на очевидные преимущества создания национального реестра инжиниринговых компаний, ни один из вышеперечисленных ресурсов не превратился в работающий инструмент кооперации представителей инжинирингового сообщества. Нельзя не согласиться с мнением заместителя директора Департамента стратегического развития и корпоративной политики Минпромторга России Матушанского А.В., высказанным на экспертном семинаре, что регулирование актуальности реестра инжиниринговых компаний на портале ГИС Промышленность не является задачей министерства [43].

Опрос представителей инжиниринговых компаний, предпринятый в рамках настоящего исследования, позволил сформировать содержание опросных листов с целью оценки специализации и уровня компетенций компаний с учетом специфики интересов заказчиков инжиниринговых услуг. В результате были предложены общие для всех отраслей и направлений деятельности блоки информации, которые прошли апробацию в компании ООО «Инновационные технологии и промышленный инжиниринг» и в компании АНО «Инновационный инжиниринговый центр» и в ряде других инжиниринговых компаний.

С учетом пожеланий опрошенных представителей инжиниринговых компаний при разработке опросных листов для оценки уровня компетенций потенциальных поставщиков инжиниринговых услуг следует рассмотреть возможность включения вопросов, более полно отражающих конкурентные преимущества исполнителей и имеющие значения для выбора конкретного заказчика. Такие преимущества включают как характеристики самой инжиниринговой услуги (ее качество), так и рыночные показатели. Представляется необходимым предложить инжиниринговым компаниям ответить на следующие вопросы в дополнение к основной анкете:

- уточнить возможность и границы кастомизации оказываемых инжиниринговых услуг под требования заказчиков;
- обозначить возможность гарантийного и постгарантийного обслуживания поставленного оборудования или выполненных услуг, а также условия такого сервиса;
- указать страну происхождения используемого при выполнении заказа производственного оборудования, расходных материалов и запчастей;
- указать информацию о субподрядчиках (инжиниринговых компаниях следующего уровня или других организаций), привлекаемых к выполнению заказов в определенной технологической области или под конкретную прикладную задачу.

По мнению представителей инжинирингового сообщества, целесообразно разработать алгоритм оценки и рейтингования российских инжиниринговых компаний, включенных в национальный реестр, на основе отзывов по выполненным заказам по примеру сервиса Booking. Такую работу необходимо начать с анализа деятельности компаний, чей профессионализм и ответственность руководителей не вызывает сомнений, чтобы отработать на них механизм оценки инжиниринговых компаний.

Методическое обеспечение формирования Национального реестра и опросного листа инжиниринговых компаний может быть организовано на цифровой платформе, включающей все необходимые ресурсы для реализации следующих функций:

- заполнение анкеты в электронном виде,
- проведение экспертизы в электронном виде,
- хранение, обработка и систематизация информации о компании, пуле экспертов и т.д.,
- автоматическое формирование рейтинга и статистики по компаниям.

Национальный реестр инжиниринговых компаний и функционал портала должен быть сформирован с учетом мнения всех участников рынка инжиниринговых услуг и под руководством представителей инжиниринговых компаний, имеющих опыт работы над

сложными проектами и с крупными заказчиками. Необходимым видится также внедрение таких опций как:

- поиск по ключевым словам, подобно функционалу, реализованному в наукометрических и патентных базах данных,
- система рейтингования и отзывов, подобно функционалу разнообразных агрегаторов, таких как Booking,
- перечень аккредитованных учебных центров, с подтвержденным опытом подготовки специалистов по различным технологическим направлениям в области инжиниринга в том числе организующих стажировки.

Создание устойчивой системы взаимодействия и кооперации внутри российского инжинирингового сообщества может также оказать положительное влияние на использование возможностей действующих центров коллективного пользования, представленных на портале «Научно-технологическая инфраструктура Российской Федерации» [49]. Использование созданной научно-технологической инфраструктуры с целью развития инжиниринга могло бы существенно усилить возможности для развития национального рынка инжиниринговых услуг и повысить их конкурентоспособность как в России, так и за рубежом.

Однако по оценкам руководителей инжиниринговых компаний, зачастую научное оборудование центров не вовлечено в процесс создания и масштабирования производства инновационной продукции, а сами центры не оснащены расходными материалами, отсутствуют методики работы и сертифицированные специалисты, владеющие навыками работы на имеющихся в ЦКП современном оборудовании и приборах. При этом создание таких центров с испытательным оборудованием было бы востребовано инжиниринговыми компаниями, в том числе, позволило бы им ускорить выход на глобальные рынки.

Следует также отметить, что функционал портала или информационно-аналитической площадки, на которой предполагается размещение реестра инжиниринговых компаний, не должен быть ограничен перечнем компаний для связи потенциального заказчика или партнера с конкретным поставщиком инжиниринговых услуг. На обсуждение профессионального сообщества предлагается вынести такие информационные блоки как: нормативно-правовая база, актуальная экономическая повестка, коммерческие возможности, государственная поддержка, кооперация.

3.3 Создание саморегулируемой организации инжиниринговых компаний России

Национальный реестр инжиниринговых компаний не вызовет доверия у потенциальных заказчиков без единого стандарта предоставления информации, позволяющей заказчику быть уверенным, что компания, которую он нашел в реестре, и после заключения с ней договора справится с поставленной задачей в указанный срок, в оговоренном стоимостном диапазоне и с гарантией достижения результата.

Разработка внутренних стандартов деятельности должна стать задачей профессионального инжинирингового сообщества, а в качестве инструмента ее реализации и решения проблемы подтверждения компетенций может быть выбран формат создания саморегулируемых организаций (СРО). Создание СРО и профессиональных объединений в различных отраслях экономической деятельности является одним из эффективных инструментов поддержки и развития отдельных видов предпринимательства. Развитие СРО способствует сокращению избыточного государственного регулирования и позволяет раскрыть инновационный потенциал членов добровольного объединений через выполнение следующих основных функций: регулирующей, контрольной, обеспечительной, информационной, функции обучения и повышения профессиональной квалификации [50].

СРО как альтернатива госрегулированию становится все более востребованным инструментом координации деятельности участников специализированных рынков и формирования внутренних нормативов и стандартов работы на них. Суммарная численность СРО в России за период с 2000 по 2018 гг. выросла почти в два раза – с 669 до 1294 организаций [51], зарегистрированных по состоянию на март 2018 г. Из них 494 относились к сектору добровольного саморегулирования, а оставшиеся 800 – к СРО, созданных для выполнения требований законодательства в таких отраслях, как оценочная деятельность, инженерные изыскания, архитектурно-строительное проектирование и строительство.

В России основой нормативно-правового законодательства в отношении саморегулирования предпринимательской и профессиональной деятельности является Федеральный Закон РФ от 1.12.2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» [52]. Дополнительно для регулирования СРО принят ряд приказов и постановлений профильных министерств, направленных на отдельные виды деятельности.

Необходимость развития моделей и механизмов саморегулирования осознана как на уровне профессионального и академического сообщества, так и на уровне принятых

программных документов. Распоряжением Правительства РФ от 30.12.2015 г. № 2776-р. была утверждена Концепция совершенствования механизмов саморегулирования [53], направленная на повышение уровня доверия к этому институту, защиту интересов потребителей, рост конкурентоспособности отечественных товаров, работ, услуг, а также усовершенствование механизмов ответственности, правил и процедур взаимодействия.

В области инжиниринговой деятельности в России специализированные СРО не созданы, хотя отдельные инжиниринговые компании являются членами профессиональных организаций и ассоциаций. Например, ООО «ИнТехПромИнжиниринг» (Кемерово), специализирующееся на оказании инжиниринговых услуг в области машиностроения и металлообработки, является членом СРО в проектировании сложных технологий, а также членом Ассоциации машиностроителей Кузбасса, объединяющей 23 машиностроительных предприятия.

По мнению представителей профессионального сообщества, организация в России системы СРО в области инжиниринга станет генератором коммуникационных и сертификационных мероприятий, направленных на формирование доверия в профессиональной среде, а также позволит обеспечить отсеивание недобросовестных компаний и создать устойчивую основу для кооперации при решении комплексных задач крупных заказчиков инжиниринговых проектов.

К числу наиболее активно используемых в отечественной и зарубежной практике инструментов работы СРО, которые должны быть восприняты отечественным профессиональным сообществом, необходимо отнести проведение сертификации и аккредитации членов СРО, разработку и запуск информационных платформ, поддерживающих деятельность организаций, и другие. Особое значение для осуществления саморегулирования в рамках отдельных отраслей приобретают кодексы добросовестных практик. Такие кодексы, отражая допустимые нормы поведения членов организаций, позволяют регламентировать деятельность участников соответствующей отрасли, и включают порядок взаимодействия членов СРО, урегулирования конфликтов и т.д.

При планировании и создании системы саморегулирования юридических лиц в области инжиниринговой деятельности нужно учитывать, что в зарубежных странах - членах Всемирной торговой организации (ВТО) при оценке потенциальных исполнителей ключевым критерием является личный опыт специалистов, а не уровень компетенций компании. Если компания теряет ведущих специалистов, то ее возможность дальнейшей успешной реализации технически сложных проектов ставится под сомнение. В индустриально развитых странах-членах ВТО правовое регулирование профессиональной

инженерной деятельности предусматривает создание института сертифицированных специалистов и реализуется модель саморегулирования, основанная на признании физических лиц, как профессионалов в определенной области.

На государственном уровне такая модель предусматривает ведение реестров специализированных кадров, выдачу сертификатов, подтверждающих владение определенным набором знаний и умений, осуществление налогового и статистического учета. Таким образом, специалист, получивший образование в области инжиниринга, прошедший послевузовскую подготовку (интернатуру) и аттестацию (или лицензирование) в соответствии со стандартом профессиональной деятельности, утвержденным на законодательном уровне, может вести самостоятельную профессиональную практику в области инжиниринга, занимать руководящие должности и создавать инжиниринговые компании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глобальный рынок аутсорсинга промышленных инжиниринговых услуг уже в 2017 г. оценивался более чем в 100 млрд долл. с прогнозируемым темпом годового роста в среднем на 26% до 2025 г. [54]. Их содержание, чаще всего, включает концептуализацию, проектирование, валидацию и автоматизацию новых технологических решений с целью сократить компаниям время выхода на новые и развивающиеся рынки или продлить жизненный цикл уже созданной продукции. Новый этап эволюции промышленных инжиниринговых услуг связан с поддержкой стратегий заказчиков по захвату доли рынка, что приведет к росту дохода в сегменте инжинирингового аутсорсинга. Инжиниринговые компании все более эффективно выполняют функцию интеграторов и агентов модернизации, обеспечивая связь между академическим сектором и промышленностью, предоставляя при этом полный комплекс услуг по проектированию и профессиональному управлению процессом для достижения поставленной цели.

Особая актуальность развития услуг промышленного инжиниринга в России связана с необходимостью решения проблемы несоответствия уровня готовности выполненных научными организациями и университетами научно-технических работ требованиям реального сектора экономики, что порождает разомкнутость инновационного цикла и неэффективность затрат на исследования и разработки. Продуктивная кооперация реального и академического секторов экономики должна основываться на разделении рисков между участниками инновационных проектов при делегировании сторонним специализированным организациям отдельных этапов работ. Главный интегратор проекта занимается формированием плана работ, анализом хода их выполнения, логистикой и продажами, а все остальные функции передаются на аутсорсинг специализированным инжиниринговым компаниям. При этом основной задачей промышленного инжиниринга становится обеспечение детального обоснования инвестиций в модернизацию технологических производственных процессов, а также организация управления каждым этапом работ в рамках инвестиционного проекта.

Обзор нормативно-методической базы регулирования инжиниринговой деятельности в России дает основания признать ее недостаточной, поскольку в ней не учитываются основные виды работ, которыми занимаются инжиниринговые компании в настоящее время. Например, в содержание общероссийских классификаторов видов экономической деятельности и продукции по видам экономической деятельности в инжиниринговые услуги включено, в основном, проектирование и строительство промышленных и гражданских объектов (около 70% перечня видов услуг). Остальные

услуги, связанные с проектированием производственных процессов, техническим и научно-техническим консультированием, а также с промышленным дизайном, сформулированы в максимально общем виде. Различные виды деятельности, такие как продвижение новых научно-технических решений и инновационной продукции на рынок, ее сертификация и лицензирование, управление инвестиционным проектом, сервисное обслуживание и утилизация, которыми непосредственно занимаются инжиниринговые компании, в классификаторах не отражены. Поэтому содержание услуг индустриального инжиниринга в России не имеет достаточного законодательного обеспечения, и в настоящее время сформировано лишь самое общее понимание инжиниринга. В результате компании, оказывающие инжиниринговые услуги, вынуждены выбирать для отчетности коды ОКВЭД, не отражающие их реальную деятельность.

Проведенный анализ содержания инжиниринговой деятельности показал, что ее идентификация на каждом этапе разработки и подготовки к серийному производству нового продукта может быть отражена с помощью шкалы «Уровень готовности научно-технологического проекта», которая отражает не только техническую завершенность проекта, но и весь комплекс инжиниринговых услуг, в том числе производственную, инженерную и организационную проработку планируемого серийного выпуска нового продукта, оценку преимуществ и рисков разрабатываемой модели его коммерциализации при продвижении на рынок, позволяющих получить сбалансированную оценку проекта в целом. Такой подход дает возможность рекомендовать использовать на практике единую метрику для организации федерального статистического наблюдения за показателями развития отрасли инжиниринга в Российской Федерации, установить требования к инжиниринговым компаниям и центрам, разработать предложения о внесении изменений в нормативно-правовые акты, в том числе в общероссийские классификаторы видов экономической деятельности и продукции по видам экономической деятельности в части включения видов работ в рамках оказания инжиниринговых услуг.

К числу наиболее значимых факторов, препятствующих развитию инжиниринговых компаний в Российской Федерации, следует отнести неопределенность экономической конъюнктуры. Поэтому большинство инжиниринговых компаний на самом авторитетном портале ENGINRUSSIA.RU, малочисленны и относится, согласно данным веб-сервиса Контур-Фокус к микропредприятиям (50%) и малым предприятиям (24%), причем из 199 компаний в БД портала 46 (23%) были ликвидированы в 2018-2020 гг., а среди остальных у 42 (27%) финансовое положение характеризуется как неудовлетворительное или плохое.

Оценка мер поддержки индустриального инжиниринга, как новой отрасли, которые последовательно проводит Минпромторг России совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, институтами развития и предпринимательским сообществом путем реализации второго Плана мероприятий («Дорожной карты») в области инжиниринга и промышленного дизайна на 2020-2025 гг., показывает их системный характер. Вместе с тем, в «Дорожной карте», по мнению руководителей инжиниринговых компаний, недостаточно конкретных количественных показателей по организации необходимых им программ субсидирования затрат МСП по подготовке кадров, созданию узкоспециализированных образовательных центров, центров компетенций с определенным набором современного инженерного оборудования для испытаний и сертификации новых продуктов, отсутствуют меры по координации деятельности инжиниринговых компаний и инструменты их сетевого взаимодействия с механизмом преодоления непрозрачности заносимых в них данных.

Обсуждение деятельности созданных при вузах инжиниринговых центров позволило выявить их особенность, связанную с избыточно узкой специализацией, поэтому для реализации реально востребованных заказчиками проектов необходима организация кооперации между ними. Ключевой проблемой развития инжиниринговых центров при вузах являются сложности получения заказа от крупных промышленных компаний российской экономики, в результате чего не возникает понимание технологических проблем, решение которых будет востребовано с горизонтом планирования в два-три года и не появляются основания для освоения новых компетенций. Действующим в Российской Федерации инжиниринговым центрам остро необходимо участие государства в разработке методических рекомендаций по формированию и регулированию долгосрочных отношений с индустриальными заказчиками, в том числе в области распределения прав на интеллектуальную собственность, создаваемую в ходе выполнения заказанных услуг.

Организованные при государственной поддержке региональные инжиниринговые центры (РЦИ) демонстрируют свою эффективность, если являются элементом региональной промышленной политики и стратегии технологического развития. Ключевым фактором успеха РЦИ становится организация кооперации с участием крупных компаний при содействии региональных органов власти. При этом РЦИ выступают интеграторами и координаторами отдельных этапов проектов полного цикла, организуя аутсорсинг исполнителей из числа МСП. Новый этап развития всех инжиниринговых центров связан с перспективой разработки рабочей платформы для межотраслевого кросс-инжиниринга, благодаря которой возникнет сетевое

взаимодействие центров в режиме реального времени для оперативной организации команд специалистов, способных выполнять поступающие заказы, и обмена технологическими наработками.

Анализ практики инжиниринговых компаний и центров выявил необходимость организационной и методической поддержки федеральными и региональными органами исполнительной власти развития многоуровневого взаимодействия с представителями реального сектора экономики путем формирования временных кластеров исполнителей с подтвержденным уровнем компетенций. Уже возник достаточный авторитет у нескольких инжиниринговых компаний, которых можно было рекомендовать на роль поставщиков услуг первого уровня при получении заказов от крупных компаний и компаний с государственным участием, в том числе: ЗАО «Национальная инжиниринговая корпорация», АНО «Инновационный инжиниринговый центр», Группа компаний «Перманент», наиболее успешные инжиниринговые центры, например, Инжиниринговый центр Уральского федерального университета, Пермский и Хабаровский региональные инжиниринговые центры. Сегментацию поставщиков инжиниринговых услуг и выделение среди них поставщиков первого уровня представляется целесообразным рекомендовать провести с участием органов федеральной и региональной исполнительной власти.

Важным выводом проведенного исследования является выявление особой значимости становления отраслевых инжиниринговых компаний на базе университетов, которые могут стать поставщиками услуг первого уровня для крупных компаний и компаний с государственным участием, составляющих основу российской экономики. Отраслевой подход к инжинирингу позволяет выделить «сквозные» (общие) технологические потребности для формирования объединенного заказа, сокращающего инвестиционные затраты, и организовать кооперационные цепочки из российских предприятий, малых и средних инновационных компаний, инжиниринговых и научных центров, вузов и НИИ для реализации проектов по технологическим запросам. Объединение разрозненных потребностей будет формировать новые рыночные ниши, объем которых позволит компаниям, планирующим выпускать такую продукцию, сделать экономически рентабельными инвестиционные проекты по модернизации своего производства.

Исследование российского рынка инжиниринговых услуг, инструментов его регулирования, а также мнений представителей институтов развития, инжиниринговых компаний и университетских инжиниринговых центров, позволило в качестве одной из ключевых проблем развития отрасли выделить слабую связь участников профессионального сообщества друг с другом. В настоящее время отсутствует единый

реестр, предоставляющий всем участникам отрасли полную и достоверную информацию о российских инжиниринговых компаниях и их компетенциях.

Со стороны представителей инжинирингового бизнеса представляется необходимым рекомендовать концентрацию усилий профессионального сообщества в направлении создания саморегулируемой организации, как генератора коммуникационных и сертификационных мероприятий, направленных на формирование доверия в профессиональной инжиниринговой среде. Для этой цели необходима актуализация национального реестра инжиниринговых компаний на базе ГИС Промышленность или иной независимой платформе. Именно профессиональное сообщество должно консолидировано сформулировать требования к отраслевому portalу, совместно разработать механизм оценки специализации и уровня компетенций российских инжиниринговых компаний. В результате проведенных исследований предложена структура и функционал portalа индустриального инжиниринга, которая прошла апробирование в ряде инжиниринговых компаний.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Распоряжение Правительства РФ от 23.07.2013 г. № 1300-р «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") в области инжиниринга и промышленного дизайна» / Официальный сайт Правительства России. – URL: <http://government.ru/docs/3338> (дата обращения: 11.04.2020).
- 2 Распоряжение Правительства РФ от 11.06.2020 № 1546-р «Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") в области инжиниринга и промышленного дизайна» / Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/565086213> (дата обращения: 13.09.2020).
- 3 Engineering R&D Services Outsourcing Market - Industry Report, 2025 / Polaris market research. – 2018. – 210 p. – URL: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/engineering-rd-services-outsourcing-market> (дата обращения: 20.03.2020).
- 4 Canato A., Giangreco A. Gurus or wizards? A review of the role of management consultants // European Management Review. – 2011. – V. 8. – №. 4. – P. 231-244.
- 5 Ng, I., Parry, G., Wild, P., McFarlane, D., Tasker, P. (Eds.) Complex Engineering Service Systems - Concepts and Research / Springer, 2012. – URL: <https://www.springer.com/gp/book/9780857291882> (дата обращения: 20.03.2020).
- 6 Allen R, Sriram R. The Role of Standards in Innovation // Technological Forecasting and Social Change. – 2000. – P. 171-181.
- 7 Swann GMP / The Economics of Standardization: An Update. – 2010, London.
- 8 Van Merkerk RO, Robinson DKR // Technology Analysis and Strategic Management. – 2006. -V. 18. – P. 411-428.
- 9 Redding L.E., Tjahjono B. State of the Art in Through Life Engineering Services // Computers in Industry. – 2018. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/328370354> (дата обращения: 20.03.2020).
- 10 Группа компаний «ПЕРМАНЕНТ» / Перманент. – URL: <http://www.permanent.ru/about/company-today.php> (дата обращения: 22.03.2020).
- 11 Коцемир М.Н., Сагиева Г.С. Внешняя торговля технологиями России // Бюллетень Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. – 2019. – URL: <https://issek.hse.ru/news/300490064.html> (дата обращения: 22.03.2020).
- 12 Приказ Минэкономразвития России от 24.04.2013 г. № 220 «Об организации проведения конкурсного отбора субъектов Российской Федерации, бюджетам которых в 2013 году предоставляются субсидии из федерального бюджета на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства субъектами Российской Федерации». – URL: [http://enginrussia.ru/other/Prikaz220\(1\).pdf](http://enginrussia.ru/other/Prikaz220(1).pdf) (дата обращения: 22.04.2020).

- 13 Региональный центр инжиниринга в Перми / РЦИ Пермь. – URL: <https://rce-perm.ru/> (дата обращения: 22.04.2020).
- 14 Центр инжиниринга Хабаровского края / РЦИ Хабаровского края. – URL: <https://rce.dasi27.ru> (дата обращения: 22.04.2020).
- 15 Пастухов В.А. Проектная сессия «Развитие инжиниринговых центров на базе образовательных организаций: истории успеха и дальнейшие планы» / Вузпромэкспо. 12.12.2019. <https://vuzpromexpo.ru> (дата обращения: 15.04.2020).
- 16 Котюков: затраты на сеть инжиниринговых центров в России оправдались трехкратной выручкой / ТАСС, 2.08.2019. – URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/6782654> (дата обращения: 22.09.2020).
- 17 Постановление Правительства РФ от 01.08.2020 г. № 1156 «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций» / Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/565455287> (дата обращения: 22.09.2020).
- 18 Выставка «ВУЗПРОМЭКСПО-2019» / ФЦП ИиР. – URL: http://fcpir.ru/events_and_publications/_events/vystavka-vuzpromekspo-2019/ (дата обращения: 15.04.2020).
- 19 Положение о проведении открытого публичного конкурса на предоставление государственной поддержки проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству образования и науки Российской Федерации. Открытый конкурс проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров и компаний / Минобрнауки России. – Москва, 2016. – 39 с.
- 20 Методические рекомендации по разработке и реализации стратегических программ развития инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования / Минобрнауки России.
- 21 Методические указания по формированию отчетных материалов о реализации стратегических программ развития инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству образования и науки Российской Федерации / Москва, 2018. – URL: <https://aispir.ru/normative/download/12> (дата обращения: 22.06.2020).
- 22 Маркова В.Д. Проблемы развития инжиниринговой инфраструктуры в научно-инновационной сфере (на примере Новосибирской области) // Инновации. – 2019. - № 3 (245). - С. 51-55.

- 23 5 вопросов Ректору. Интервью Forbes Education с Андреем Яковлевым, врио ректора Томского политехнического университета (ТПУ) / Forbes Education. – URL: <https://education.forbes.ru/authors/qa-rectors-tpu-yakovlev> (дата обращения: 22.09.2020).
- 24 Минпромторг России: Преференции для производителей лекарственных средств полного цикла планируется ввести в 2019 году / Минпромторг России, 29.09.2017. – URL: https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!minpromtorg_rossii_preferencii_dlya_proizvoditeley_lekarstvennyh_sredstv_polnogo_cikla_planiruetsya_vvesti_v_2019_godu (дата обращения: 22.06.2020).
- 25 Михаил Котюков и Денис Мантуров открыли Менделеевский инженеринговый центр в РХТУ / РХТУ, 21.08.2019. – URL: <https://mustr.ru/news/novosti-rkhtu/mikhail-kotyukov-i-denis-manturov-otkryli-mendeleevskiy-inzhiniringovyy-tsentr-v-rkhtu/> (дата обращения: 22.06.2020).
- 26 Инжиниринговый химико-технологический центр при Томском государственном университете – ТГУ. – URL: <https://ect-center.com/> (дата обращения: 15.04.2020).
- 27 Князев А.С. Проектная сессия «Развитие инженеринговых центров на базе образовательных организаций: истории успеха и дальнейшие планы» / Вузпромэкспо. 12.12.2019. – URL: <https://vuzpromexpo.ru> (дата обращения: 15.04.2020).
- 28 Федеральный закон РФ от 31.12.2014 г. № ФЗ-488 «О промышленной политике в Российской Федерации» (с изменениями от 02.08.2019 года). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420242984> (дата обращения: 22.03.2020).
- 29 ГОСТ Р 57306-2016 Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инженеринга / Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200143273> (дата обращения: 28.08.2020).
- 30 Приказ Минпромторга России от 18.08.2016 г. № 2890 «Об утверждении собирательных классификационных группировок в области инженеринга и промышленного дизайна» / Судебные и нормативные акты РФ. – URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-minpromtorga-rossii-ot-18082016-n-2890/> (дата обращения: 28.08.2020).
- 31 Приказ Минпромторга России от 13.08.2015 г. № 2343 «Об утверждении концепции мониторинга развития рынка инженеринговых услуг и промышленного дизайна». – URL: <https://gkrfkod.ru/zakonodatelstvo/prikaz-minpromtorga-rossii-ot-13082015-n-2343> (дата обращения: 29.04.2020).
- 32 Методические указания по ведению договорной и претензионной работы в ОАО "РЖД. Утв. ОАО "РЖД" 31.03.2016 г. № 261/ Консультант. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_353422/ (дата обращения: 29.08.2020).

- 33 Статья 455. Условие договора о товаре / Гражданский кодекс РФ (последняя действующая редакция с Комментариями). – URL: <http://stgkrf.ru/455> (дата обращения: 29.08.2020).
- 34 Маркетинг инноваций: учебник и практикум для академического бакалаврата / под общ. ред. Н.Н. Молчанова. - М.: Издательство Юрайт, 2014. - С. 426.
- 35 Mankins J.C. Technology readiness levels / Advanced Concepts Office of Space Access and 1995. -URL: <https://www.colorado.edu/ASEN/asen3036/TECHNOLOGYREADINESSLEVELS.pdf> (дата обращения: 29.08.2020).
- 36 Приказ Росстата от 30.12.2019 г. «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере инноваций». – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?rnd=EDC462DA361F1AB8728380D8B5ABB965&req=doc&base=LAW&n=343530&dst=100021&fld=134&REFFIELD=134&REFDST=101160&REFDOC=52009&REFBASE=LAW&stat=refcode%3D16876%3Bdstident%3D100021%3Bindex%3D916#3jhn3yflxau> (дата обращения: 03.04.2020).
- 37 Комаров А.В., Петров А.Н., Сартори А.В. Модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов // Экономика науки. - 2018. Т. 4. - № 1. - С. 47-57.
- 38 ГОСТ Р 56861- 2016. Система управления жизненным циклом. Разработка концепции изделия и технологий. Общие положения / Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200132491> (дата обращения: 29.08.2020).
- 39 ГОСТ Р 57194.1-2016 (2016) Трансфер технологий. Общие положения / Техэксперт. <http://docs.cntd.ru/document/1200141164>
- 40 ГОСТ Р 58048-2017. Трансфер технологий. Методические указания по оценке зрелости технологий / Техэксперт. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200158331> (дата обращения: 29.08.2020).
- 41 ISO 16290:2013. Space systems — Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment / ISO. – URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16290:ed-1:v1:en> (дата обращения: 29.08.2020).
- 42 Петров А.Н., Сартори А.В., Филимонов А.В., Сартори А. Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. 2016. – Т. 2. - № 4. - С. 244-260.

- 43 Национальный реестр инжиниринговых компаний как инструмент эффективного сетевого аутсорсинга / Вебинар ЦНТЭ РАНХиГС, 01.07.2020 г. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Ij1w86PVibQ> (дата обращения: 02.10.2020).
- 44 Минпромторг России / Минпромторг России. – URL: <https://www.minpromtorg.gov.ru> (дата обращения: 02.06.2020).
- 45 Инжиниринговые компании / Государственная информационная система промышленности. – URL: <https://gisp.gov.ru/ing/service-market/org/> (дата обращения: 29.08.2020).
- 46 Портал ENGINRUSSIA.RU / ENGINRUSSIA. – URL: <http://www.enginrussia.ru/> (дата обращения: 29.08.2020).
- 47 Веб-сервис Контур-Фокус / Контур-Фокус. – URL: <https://focus.kontur.ru/> (дата обращения: 29.09.2020).
- 48 Кто есть кто / Деловой Петербург. – URL: <http://whoiswho.dp.ru/main/company/спец/8937> (дата обращения: 29.09.2020).
- 49 Научно-технологическая инфраструктура Российской Федерации. – URL: <http://www.ckr-rf.ru/> (дата обращения: 29.09.2020).
- 50 Булгакова Л.И. Развитие саморегулирования бизнеса как условие обновления экономики // Proceedings of the Institute of State and Law of the RAS. - 2017. - Volume 12. - № 3. - С. 144-161.
- 51 Мещерин И.В. Инжиниринг и промышленный дизайн в России / ТЭК-ТВ, 02.07.2020. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=q-IFymoal5Y> (дата обращения: 28.08.2020).
- 52 Федеральный Закон РФ от 01.12.2007 г. № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях» / КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_72967 (дата обращения: 15.09.2020).
- 53 Распоряжение Правительства РФ от 30.12.2015 г. № 2776-р. «Об утверждении Концепция совершенствования механизмов саморегулирования» / Официальный сайт Правительства России. – URL: <http://government.ru/docs/21373/> (дата обращения: 15.09.2020).
- 54 Engineering R&D Services Outsourcing Market - Industry Report, 2025 / Polaris market research. – 2018. – 210 p. – URL: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/engineering-rd-services-outsourcing-market> (дата обращения: 20.03.2020).