ISSN 2411-3336; e-ISSN 2541-9404

ЗАПИСКИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА
Journal of Mining Institute
Сайт журнала: pmi.spmi.ru



Научная статья
УДК 620.9.001.12/.18

Обеспечение технологического суверенитета отраслей ТЭК Российской Федерации

О.В.ЖДАНЕЕВ
Институт нефтехимического синтеза имени А.В.Топчиева РАН, Москва, Россия
Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва, Россия

***Как цитировать эту статью*:** Жданеев О.В. Обеспечение технологического суверенитета отраслей ТЭК Российской Федерации // Записки Горного института. 2022. Т. 258. С. 1061-1078. DOI: 10.31897/PMI.2022.107

Аннотация. В статье рассматриваются пути достижения технологического суверенитета отраслями топливно-энергетического комплекса (ТЭК) России в условиях неблагоприятной геополитической конъюнктуры, косвенно связанной с расширением географии недружественных стран и вводимыми ими ограничениями. Определены цели, задачи, описаны базовые методы исследования при разработке методологии обеспечения технологического суверенитета ТЭК России. Выявлены перспективные направления развития инновационных технологий в российском ТЭК в долгосрочной перспективе и наиболее эффективные с точки зрения достижения технологического суверенитета форматы сотрудничества промышленности, бизнеса, науки и государства. Излагаются принципы, подходы и конкретные предложения, на основе которых наиболее целесообразно строить дальнейшую работу по укреплению технологического суверенитета. В частности, выдвигается идея формирования новых организационных структур на уровне Правительства России, которые стали бы локомотивом реализации инноваций и импортозамещения. В качестве успешного примера апробирования методологии достижения технологического суверенитета топливно-энергетического комплекса рассматривается запущенный проект по созданию отечественного флота для гидравлического разрыва пласта.

***Ключевые слова*:** технологический суверенитет; топливно-энергетический комплекс; технологическая политика; импортозамещение; флот для гидравлического разрыва пласта

Поступила: 06.11.2022 ***Принята: 29.11.2022*** ***Онлайн: 20.12.2022*** ***Опубликована: 29.12.2022***

Введение. Российский топливно-энергетический комплекс (ТЭК), включающий в себя нефтегазовую отрасль, угольную промышленность и электроэнергетику, полностью удовлетворяет потребности экономики России. По результатам 2021 г. добыто 524,5 млн т газового конденсата и нефти (43 % поставлено зарубежным потребителям в виде сырья) и 762,8 млрд м^3 газа (32 % поставлено за пределы Российской Федерации), проходка в бурении составила 27 млн м, добыто 439,5 млн т угля (51 % поставлено за рубеж), выработано электроэнергии 1131 млрд кВт·ч (2 % из которых поставлено за рубеж)[1].

Россия является одновременно крупным производителем, потребителем и экспортером всех видов углеродных энергоресурсов и электроэнергии. При этом в среднем около 20 % электрогенерации в стране приходится на долю гидроэнергетики, 20 % на атомную энергетику и чуть более 0,5 % (5,9 млрд кВт·ч) на долю нетрадиционных возобновляемых источников энергии [1]. В российской экономике ТЭК является основным заказчиком для большинства других отраслей промышленности [2].

Сохранение показателей добычи углеводородов на текущем уровне в сочетании с увеличением эффективности их полезного использования и постепенным наращиванием доли возобновляемых

[1] Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса (ЦДУ ТЭК). URL: https://www.cdu.ru/ (дата обращения 01.12.2022).

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

источников энергии в энергобалансе страны обеспечат максимальное социальное и промышленное развитие всей экономики России. Качественное и последующее количественное наращивание объема экспорта энергоресурсов с высокой добавленной стоимостью возможно только за счет технологической и цифровой экспансии [3], особенно в области высокотехнологичной продукции как для традиционного ТЭК, так и для нетрадиционной возобновляемой энергетики [4].

В Энергетической стратегии Российской Федерации поставлены задачи по поддержанию добычи нефти и газового конденсата на уровне 490-555 млн т в период до 2035 г.[2] Для выполнения данной задачи критически важно вовлечение трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) углеводородного сырья в активную разработку, обеспечение развития центров добычи нефти и газа в экстремальных климатических и географических условиях: на севере европейской части страны, в Прикаспийском регионе, в Восточной Сибири, на шельфе Арктики и Дальнего Востока. Также государством заложен целевой ориентир повышения коэффициента извлечения нефти (КИН) с текущего среднего значения 25 до 40 % к 2035 г., без учета трудноизвлекаемых запасов. Предполагаемая доля ТРИЗ в общем объеме нефтегазовых запасов на май 2022 г. превысила 66 %, при этом 52 % из них с ухудшенными фильтрационно-емкостными свойствами. Следовательно, задача создания и развития отечественных технологических решений для промышленной разработки ТРИЗ становится безотлагательной [5].

Нефтеперерабатывающей отрасли в рамках государственно-частного партнерства в ближайшие 5-10 лет предстоит масштабная модернизация – реконструкция многих технологических установок вторичной переработки нефти, а также вспомогательных установок и объектов общезаводского хозяйства. Данную работу можно в значительной мере осуществить силами отечественных разработчиков и производителей, но ряд технологических процессов в РФ, таких как гидрокрекинг, паровая конверсия метана для производства водорода и гидроочистка сырья, до сих пор не освоен [6].

Необходимо продолжение усилий для создания отечественной сферы промышленности по производству и обслуживанию терминалов сжиженного природного газа, газовозов ввиду существующих и потенциальных ограничений поставок трубопроводного газа [7].

В угольной отрасли в последние 5-10 лет усложнились горно-геологические условия разработки существующих и планируемых к разработке угольных разрезов, необходимость модернизации основных фондов и широкого внедрения в отрасль многофункциональных систем безопасности [8]. При этом зависимость от иностранного оборудования на карьерах и шахтах значительно выше, чем в электроэнергетике и нефтегазовой промышленности [9].

В традиционной электроэнергетике остаются задачи обеспечения независимости энергетического машиностроения, электротехнической и кабельной промышленности от оборудования, сырья и комплектующих иностранного производства, создания цифровой единой доверенной среды взаимодействия субъектов электроэнергетики, как основы риск-ориентированного управления стратегических энергетических объектов РФ. Требуется продолжать наращивать отечественную техническую составляющую при реализации действующих государственных планов по внедрению интеллектуальных систем электроснабжения во всех регионах РФ до 2025 г. и в последующие периоды [10].

Совершенно новые технические и технологические задачи стоят перед ТЭК РФ в рамках глобального энергоперехода [11] по следующим направлениям: повсеместное внедрение на генерирующих объектах промышленных систем накопления энергии [12], получение и использование водорода, развитие внутреннего рынка газомоторного топлива, улавливание и использование парниковых газов, создание принципиально новых типов приводов для качественного и количественного увеличения энергоэффективности промышленных систем, петротермальная энергетика, мониторинг и стабилизация «вечной мерзлоты», занимающей более 65 % территории России [13].

Ключевые вызовы для достижения технологического суверенитета показаны на рис.1.

[2] Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 N 1523-р (об утверждении Энергетической стратегии России на период до 2035 года).

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

DOI: 10.31897/PMI.2022.107

Записки Горного института. 2022. Т. 258. С. 1061-1078
© О.В.Жданеев, 2022

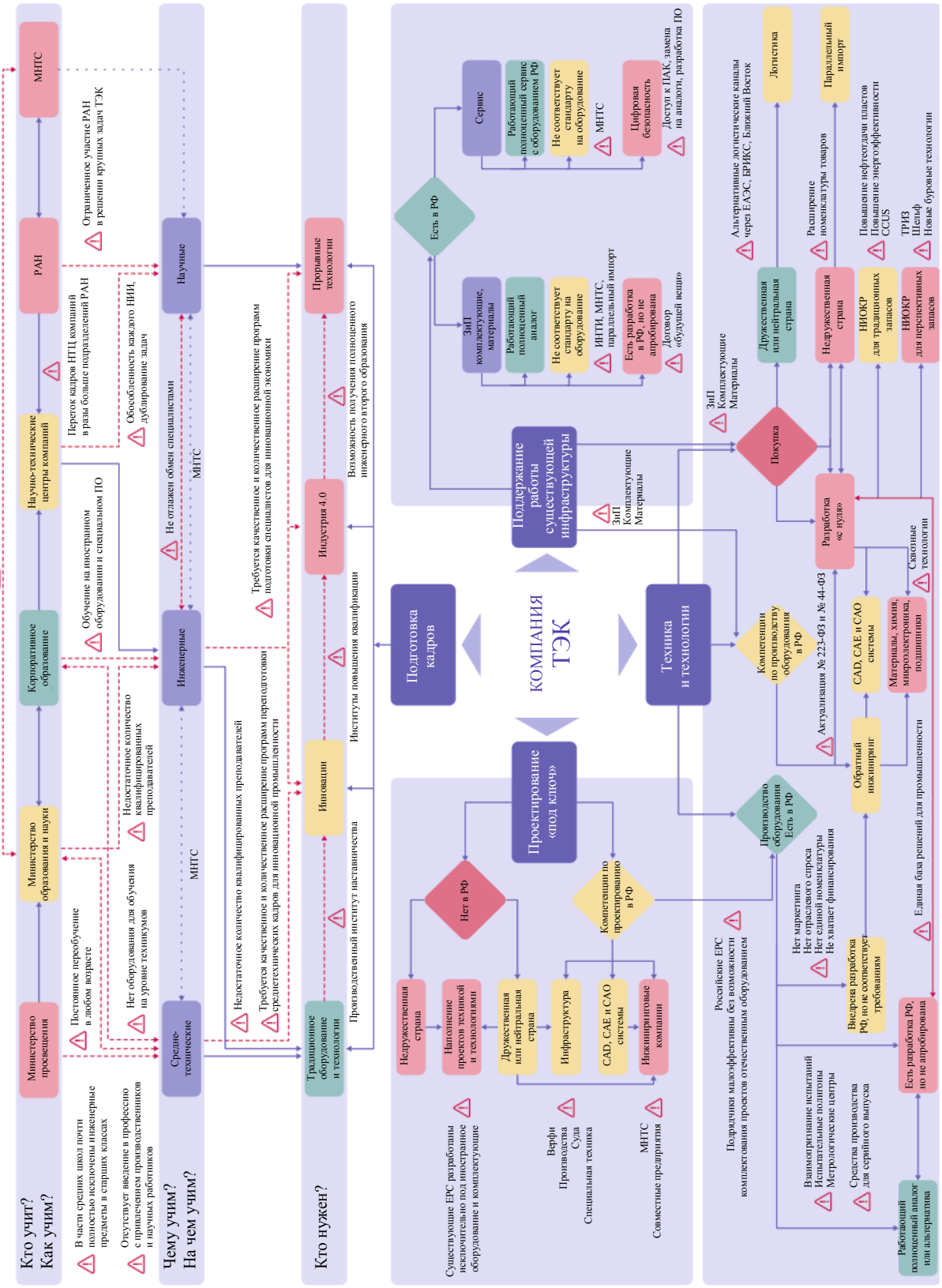


Рис.1. Ключевые вызовы для достижения технологического суверенитета

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Технологическая независимость: цели, задачи, методы исследования. Объединяющей целью проведенной интегрированной работы по системным аналитическим методам обеспечения эффективной работы ТЭК РФ в краткосрочной и долгосрочной перспективе до 2050 г., реализации практических комплексных и индивидуальных научно-технологических проектов является обоснование методологии формирования стратегии ТЭК в кооперации с химической, металлургической, электронной и электротехнической промышленностью, транспортным машиностроением и авиакосмической промышленностью [14].

Важно отметить, что стратегию ТЭК РФ следует реализовывать на основе единой межотраслевой технической политики в сфере ТЭК, позволяющей потребителям технологий сформировать свои приоритеты, производителям прогнозировать потенциальный спрос на продукцию и возможные риски, науке и инжинирингу планировать актуальные программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. При этом требуется решить ряд следующих системных задач:

• Разработать основные подходы к решению задач технологического развития ТЭК РФ в условиях снижения импорта зарубежных технологий, оборудования и сервисных услуг.

• Определить приоритеты, объективные предпосылки и ограничения технологического развития отраслей ТЭК на основании системного анализа.

• Разработать и внедрить методику расчета индекса цифровой зрелости для отраслей ТЭК.

• Обосновать критерии оптимизации взаимодействия отраслей ТЭК и оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России.

• Оценить результаты технологического развития отраслей ТЭК на примере реальных проектов.

• Определить методы и уровень государственного участия (налоговые льготы и кредиты, прямые возвратные и невозвратные субсидии) при реализации проектов научно-технологического развития и инфраструктурных проектов в ТЭК, направленных на обеспечение технологического суверенитета ТЭК.

• Обосновать основные направления кадровой политики в ТЭК в условиях четвертого энергоперехода.

При проведении исследований использован системный подход к изучению проблемы обеспечения технологического суверенитета отраслей ТЭК, включающий анализ данных о фактическом состоянии нефтегазовой, угольной, электроэнергетической и других смежных отраслей; методы прогноза перспектив развития отраслей с учетом динамики спроса на продукцию ТЭК; анализ состояния и изменений сырьевой базы, связанных с первоочередной выемкой наиболее ликвидных запасов месторождений [15] и изменением горно-геологических условий их разработки, вызовов, стоящих перед высшим образованием при подготовке специалистов; методы цифровой обработки статистических данных.

Геополитические ограничения. В настоящее время практически введен запрет на поставки оборудования для топливно-энергетического комплекса из 48 недружественных, но преимущественно промышленно развитых стран – глобальных поставщиков высокотехнологичного оборудования и сервисов, ограничена работа на международном рынке углеводородов подавляющего большинства российских энергетических компаний, введены финансовые ограничения в отношение государственных и частных компаний ТЭК.[3]

Отечественные промышленные компании, производители оборудования, сервисные компании и непосредственно разработчики недр испытывают сложности из-за нарушений логистических цепочек поставок, значительного роста стоимости ранее свободно импортируемых товаров и услуг в рамках большого ряда проектов, реализуемых на основе промышленной кооперации, разрушения международного производственно-технологического и научного сотрудничества.

Показательно, что Россия, входящая в тройку мировых производителей энергоресурсов, тратит на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) значительно меньше других промышленно развитых стран. По данным Росстата, объем вложений в НИОКР в сфере энергетики в стране за 2020 г. составил 140 млрд руб. (1,7 млрд дол. по среднему курсу за 2020 г.). В среднем за последние 10 лет затраты государства на науку стабильно составляют около

[3] Путеводитель по санкциям и ограничениям против Российской Федерации (после 22 февраля 2022 г.). URL: https://base.garant.ru/57750632/ (дата обращения 01.12.2022).

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

1 % от ВВП, что на несколько пунктов ниже первых тридцати стран рейтинга Глобального инновационного индекса 2021 г. [16]. Недофинансирование отечественной академической и прежде всего прикладной науки подтверждает низкий процент вклада России в НИОКР по паритету покупательной способности, по которому отставание от США более чем в 13 раз, от Китая более чем в 12 раз [17]. В расчетах при этом не учитывается большой ряд качественных сравнительных показателей науки, обеспечение доступа к научному оборудованию и знаниям, принципиальных схемах организации науки – доведения идеи до промышленного внедрения [18].

Решение задачи развития НИОКР в сфере ТЭК в перспективе возможно через качественное и количественное расширение научно-технического направления в межгосударственном объединении БРИКС (Бразилия, Россия, Индия, Китай, Южная Африка), способное трансформировать процесс решения проблем в развитии НИОКР каждой из входящих в него стран на паритетных взаимовыгодных условия с обеспечением равноправного доступа к технологиям за счет собственных значительных производственных мощностей и кадрового потенциала [19, 20]: крупных секторов нефтегазового, энергетического машиностроения, нефтесервиса в России, Китае и Бразилии, цифровых компетенции Индии, развитой угольной промышленности ЮАР, электроэнергетики и энергетических ресурсов Аргентины и технологий в нефтегазопереработке и нефтегазохимии Ирана [21].

В 2021 г. Центром компетенций технологического развития ТЭК ФГБУ «Российской энергетическое агентство» Минэнерго России проведены отраслевые опросы 50 крупнейших компаний ТЭК России из нефтегазовой, электроэнергетической и угольной отраслей, призванные отразить основные технологические потребности каждой отрасли, а также планы технологического развития предприятий до 2035 г., возможность импортозамещения по основным инновационным направлениям и готовность предприятий к технологическому сотрудничеству. Компаниям было предложено оценить 900 технологий по всем традиционным направлениям ТЭК и выбрать наиболее актуальные технологии декарбонизации, в том числе в области водородной энергетики [22]. По результатам опроса 80 % компаний ТЭК не рассматривают технологии как необходимую составляющую коммерческого успеха. Отсутствие экономической мотивации у корпораций к инновациям, монопольная позиция в соответствующем сегменте рынка не требуют интенсивных инвестиций в инновации (рис.2).

Также почти 80 % компаний ТЭК не считают возможным разрабатывать высокотехнологичные решения совместно с российскими партнерами в академических институтах, университетах, институтах, изначально призванных быть в авангарде технологического развития, генерировать, объединить и развивать инновационные технологические решения. При разработке новых технологий наибольший интерес предприятия проявляют к совместной работе непосредственно с разработчиками оборудования – инжиниринговыми и производственными компаниями в рамках совместных предприятий или консорциумов (рис.3).

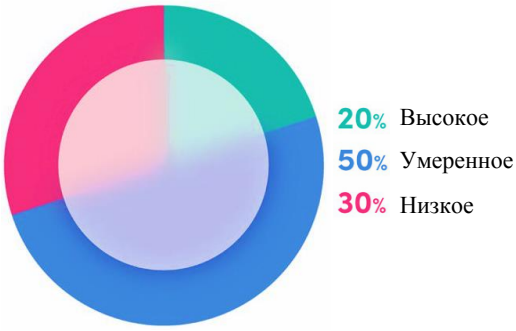


Рис.2. Результат опроса 2021 г.
«Какое влияние окажет внедрение новых технологий на Ваше предприятие?»



Рис.3. Результат опроса «С кем Ваша компания готова сотрудничать в развитии технологий?»

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Доля России в общем объеме мирового рынка высокотехнологичной продукции составляет менее 0,3 %. Это говорит о том, что текущая модель экономики нуждается в современном конкурентном механизме, стимулирующем инновации в промышленности в широком масштабе [23, 24].

Так, согласно Global Innovation Index 2020, Россия находится на 45-м месте в мире и на 29-м в Европе. В первой тройке находятся Швейцария, Швеция и США, за ними следуют азиатские страны: Южная Корея на 5-м, Сингапур на 8-м, Китай на 12-м, Япония на 13-м местах. В первой двадцатке присутствует одна страна Ближнего Востока – Израиль (15-е место). Отстают крупные динамично развивающиеся экономики с низким и средним уровнем дохода, среди которых Турция (41-е место), Индия (46-е место), Мексика (55-е место), Бразилия (57-е место), Иран (60-е место), Южная Африка (61-е место), Саудовская Аравия (66-е место) и Индонезия (87-е место).

Сейчас основная задача крупных компаний ТЭК в рамках выстроенной рыночной модели экономики – осуществление бизнес-процессов на основе оперативно найденных или чаще уже существующих решений, а также использование услуг зарубежных сервисных компаний для проведения критически важных видов работ. Каждая крупная компания ТЭК из более чем 30 в нефтегазовой отрасли, электроэнергетике и угольной отрасли имеет собственный полноценный научно-технологический блок, где заняты научные кадры, зачастую ведущие сотрудники, перешедшие из РАН, разработчики оборудования и программного обеспечения, инженеры-конструкторы, и как правило, существуют опытные и серийные производства. Данные научно-технологические центры компаний, каждый из которых сравним по численности с отдельными институтами Российской академии наук, между собой взаимодействуют недостаточно. На основе примеров мировой и российской (советской) практики можно сделать вывод о невозможности в периметре одной компании обеспечить решение государственных многопрофильных научно-технических задач.

На государственном уровне в России основные усилия сосредоточены на импортозамещении уже созданных и применяемых технологий, а также на предоставлении различных налоговых льгот и преференций в минерально-ресурсном секторе экономики в связи с ухудшением качества традиционной ресурсной базы.[4] В работе по импортозамещению существует широкий ряд разрозненных, зачастую не связанных между федеральными органами исполнительной власти, часто дублирующих друг друга государственных мер поддержки научно-технического развития отдельных отраслей.

Ключевая цель ТЭК России в кооперации с химической, металлургической, электронной и электротехнической промышленностью, транспортным машиностроением и авиакосмической промышленностью – оперативное обеспечение технологического суверенитета за счет научно-технического развития, совершенствования и расширения производственных возможностей.

Инновационное развитие традиционного ТЭК является и будет являться основой поставленной цели: нефтегазовая отрасль, электроэнергетика и угольная отрасль вместе с горно-обогатительной отраслью – финансовые гаранты работы экономики, основные заказчики для большинства отраслей промышленности и в то же время источники энергетических ресурсов и основные поставщики налоговых поступлений в бюджет. Достижение технологического суверенитета в ТЭК обеспечит технологический суверенитет всей промышленности страны на ближайшие несколько десятилетий за счет создания и широкого внедрения отечественных инновационных технологий на основе соответствующих прикладных научно-технологических разработок и результатов фундаментальных исследований в нефтегазовой отрасли, электроэнергетике, атомной и угольной отраслях, в том числе во всей горно-обогатительной промышленности. Постепенная трансформация традиционных технологий будет ключевым драйвером практической поэтапной реализации энергоперехода экономики России на период до 2060 г.

Добыча нефти с максимума в 561,2 млн т в 2019 г. и 524,5 млн т в 2021 г. может снизиться до 490 млн т и ниже при одновременном росте потребления. Для удержания добычи нефти уже сейчас требуется формирование новых центров нефтегазодобычи в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и в Арктической зоне Российской Федерации, обеспечивающих освоение континентального шельфа Российской Федерации, а также вовлечение в разработку значительного количества запасов ТРИЗ – все это возможно и экономически оправданно только за счет новых инновационных видов оборудования и технологий, которых сейчас нет [25].

[4] Протокол заседания Проектного комитета Федерального проекта от 22 сентября 2021 г. № 1 под председательством Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации А.В.Новака.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Добыча газа по результатам 2021 г. составила 762,8 млрд м^3. Анализ спроса на газ в мире показывает, что он вырастет примерно на 20 % к 2040 г. В условиях текущей научно-технической политики ТЭК добыча газа в России к 2035 г. в лучшем случае достигнет 850 млрд м^3, что только на 10 % выше текущего показателя.

Снижение добычи нефти и газа повлечет за собой падение нефтесервисного рынка, где сейчас занято более 300 тыс. квалифицированных специалистов. Суммарный объем добычи угля открытым и подземным способом соответственно 325 и 113 млн т в 2021 г., также ждет снижение на 5-10 %.

В долгосрочной перспективе до 2035 г. спрос на электроэнергию будет ежегодно расти. Положительная динамика возможна за счет развития возобновляемой энергетики, модернизации существующего угольного и газового генерирующего оборудования с увеличением единичной мощности энергоустановок, строительства новых электростанций: ТЭС, АЭС, ГЭС.

Показатели производства электроэнергии за 2021 г.: 1131 млрд кВт·ч, из них ТЭС 54,7 %, ГЭС 19,1 %, АЭС 19,7 %, автономные блоки станции 6 %, ВИЭ 0,5 %. Внутреннее потребление электроэнергии в РФ составляет 1109 млрд кВт·ч. С учетом текущих свободных мощностей и при условии наращивания потребления вместе с ростом промышленного производства и экономики в целом уже сейчас требуются инновационные энергоэффективные технические решения.

Обеспечить выполнение заданных научно-технических целей в ТЭК должен большой ряд сквозных инновационных технологий:

• в металлургии – создание аустенитных сталей, сталей, эксплуатирующихся одновременно при давлении свыше 40 МПа и температуре свыше 600 °С, широкой номенклатуры низкотемпературных сталей для арктической инфраструктуры, оборудования, эксплуатирующегося до –60 °С, проектов по производству и транспортировке сжиженного природного газа;

• в химической промышленности – создание базовых компонентов для буровых растворов, жидкостей для повышения нефтеотдачи пластов, иновационных красок для промышленного оборудования, клеев и герметиков для электронной промышленности, оборудования, эксплуатирующегося в шахтах и скважинах, под высоким напряжением и при критически низких температурах;

• в точном машиностроении – выпуск критически важной электронно-компонентной базы на относительно современных процессах (28-65 нм) и компонентов силовой электроники, на основе которых будут создаваться отечественные программные логические контроллеры и инверторы, аппаратура для скоростной передачи большого объема технологических данных в скважинных и шахтных условиях, полный цикл выпуска высокоточного лабораторного оборудования для промышленности [26];

• в среднем машиностроении – создание с нуля подшипниковой промышленности, в том числе в интересах нефтегазовой и угольной отрасли, электроэнергетики, горно-обогатительной отрасли, судостроения, железнодорожного транспорта, частично автотранспорта, серийного производства расходных комплектующих для станочного парка, создание обрабатывающих роботизированных центров.

Ключевые элементы достижения технологического суверенитета отраслей ТЭК. Единая межотраслевая техническая политика в сфере ТЭК позволила бы потребителям технологий сформировать свои приоритеты, производителям понимать потенциальный спрос на их продукцию и риски, науке и инжинирингу планировать программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [27].

Только став непосредственным участником проектов ТЭК в качестве координатора научно-технического развития с соответствующими полномочиями и уровнем прямой ответственности за конечный научный и инженерно-технологический результат, Правительство сможет не только обеспечить в ближайшие пять лет допустимую в новых геополитических реалиях технологическую независимость ТЭК РФ[5], но и в перспективе через 10-15 лет определять техническую политику по ряду направлений на международном уровне в рамках дружественных объединений [28, 29].

[5] *Литвиненко В.С.* Государство как заказчик достижения технологического суверенитета // Ведомости, 30.11.2022 г. URL: https://www.vedomosti.ru/opinion/columns/2022/12/01/952937-gosudarstvo-kak-zakazchik-dostizheniya-tehnologicheskogo-suvereniteta (дата обращения 01.12.2022).

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Достижение необходимого уровня реагирования на вызовы для ТЭК в текущих условиях возможно только за счет полноценной реализации цели технологического суверенитета, которая состоит из ряда взаимосвязанных задач.

Прежде всего необходимо отметить, что в России отсутствует *единый подход к оценке уровня локализации* оборудования для нужд ТЭК, нет четкого понимания, как рассчитывается доля импорта, какая методика используется для расчета, что входит в импортную составляющую [30].

В Российской Федерации действует более 100 постановлений Правительства, законов, нормативных актов и еще больше протоколов, которые так или иначе регламентируют политику местного содержания. Главным принято считать Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719[6], подтверждающее производство определенных видов продукции в России.

В отраслях ТЭК на 2022 г. существуют различные экспертные точки зрения по вопросу расчета уровня локализации. Выбор методики для расчета остается за компанией или органами власти и подходы к расчету импортной составляющей сильно разнятся. В итоге в корпоративных планах компаний ТЭК в подавляющем большинстве приводятся достигнутые показатели уровня импортозамещения стабильно выше 90 %, что зачастую не поддается верификации и не соответствует действительности.

В частности, некоторые компании, декларирующие применение 100 % отечественной трубной продукции, не учитывают, что сырье для выплавки отдельных труб (используемых в условиях Крайнего Севера) не производится в России. В подавляющем большинстве случаев оборудование, в котором применяется электронная компонентная база, только собирается в России. Данные показатели достигаются выполнением расчета в соответствии с требованиями Постановления № 719, а также внутренними методиками компаний. Указываемый уровень локализации не всегда включает данные по конечным подрядчикам, которые при выполнении работ могут использовать иностранный персонал, технологии и оборудование, иностранное программное обеспечение, что может приводить к необъективным результатам оценки.

Соответственно, в качестве базиса для оценки адекватного уровня локализации необходимо внедрение новой единой универсальной методики расчета уровня локализации продукции, услуг и программного обеспечения для ТЭК, производимых на территории Российской Федерации.

Предлагаемая методика, в отличие от текущей методики, принятой в Постановлении № 719, не основана на балльной системе. Основная формула для расчета уровня локализации продукции состоит из расчетов каждой статьи затрат, участвующей в цепочке создания стоимости продукции:

- основные сырье, материалы и комплектующие;
- накладные расходы;
- услуги подрядных организаций и частных лиц;
- амортизация объектов основных средств;
- расходы на программное обеспечение, оформление результатов интеллектуальной деятельности, лицензии, патенты и т.д.;
- заработная плата и отчисления фонда оплаты труда;
- энергозатраты.

Для успешного внедрения единой методики расчета уровня локализации необходимо наличие независимых аудиторских организаций как в регионах, так и на федеральном уровне, которые будут вправе осуществлять периодический контроль расчета уровня импортозамещения.

Второй существенный системный момент для обеспечения базиса технологического развития и технологического суверенитета ТЭК заключается в том, что в компаниях нет ни единого по отрасли, ни индивидуального механизма выработки *планов по обеспечению непрерывности ведения бизнеса*, с чем напрямую столкнулось Правительство России как в 2014, так и в 2022 гг., вручную решая большинство задач по предотвращению остановки ключевых производств и сервисов [31].

Наличие апробированных планов определения рисков непрерывности ведения бизнеса совместно с разработкой программ мероприятий по оперативному реагированию в рамках отдельно взятой компании позволило бы компаниям в большинстве случаев в текущей геополитической

[6] Постановление Правительства РФ от 17 июля 2015 г. № 719 «О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации».

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

обстановке быть готовыми к изменению устоявшихся логистических цепочек, нарушению финансовых транзакций, одностороннему денонсированию договорных отношений, а также к заблаговременной подготовке планов по диверсификации поставщиков по ряду ключевых направлений для обеспечения ведения основного бизнеса (оборудование, сервисы, запасные части и др.).

В электроэнергетике собственные системы управления непрерывностью ведения бизнеса внедрили чуть более четверти компаний, в нефтегазовой отрасли порядка 16 % [30, 31]. Но большое количество организаций планирует в течение трех-пяти лет выстроить внутренние процессы главным образом из-за реальной опасности киберугроз, в настоящее время прибавилась практическая возможность совершения системных диверсий. Такие низкие темпы внедрения обусловлены в том числе отсутствием единых требований со стороны регуляторных органов. Из-за отсутствия единого механизма и единых требований к функционированию систем управления непрерывностью бизнеса, применяемых внутри большинства компаний ТЭК, у руководства компании и государства зачастую может формироваться некорректное представление о текущей ситуации и перспективах развития в условиях быстро меняющихся мировых экономических и политических реалий. Действующий ГОСТ Р ИСО 22301-2014 «Системы менеджмента непрерывности бизнеса» не удовлетворяет современным требованиям российского бизнеса и практически не применяется.

Для решения этой задачи в масштабах государства требуется создание механизма и современной нормативной базы для обеспечения проведения независимого аудита уровня импортозависимости и стресс-тестирование непрерывности функционирования компаний ТЭК, подавляющее большинство из которых эксплуатирует опасные производственные объекты и оперирует критической информационной инфраструктурой.

Третья ключевая задача обеспечения базиса технологического развития и технологического суверенитета ТЭК стоит в консолидации отраслевого спроса. Системная автоматизированная работа по сбору потребностей по единой методике, форме через единое федеральное окно на базе Координационного центра при Правительстве РФ позволит *одновременно с консолидацией отраслевого спроса унифицировать номенклатуру* оборудования, материалов, комплектующих, которые необходимы ТЭК. Без унификации применяемых материалов и комплектующих невозможно достичь широкого внедрения собственных разработок в ТЭК в рамках одной страны.

Основой для решения задачи консолидации отраслевого спроса должен служить системный анализ минерально-сырьевой базы и состояния энергетической инфраструктуры в стране. По проведенной оценке, при продолжении работы государства с научным, инжиниринговым и промышленным секторами ТЭК в рамках существующего формата и процедур, удержание основных показателей ТЭК по результатам 2021 г. к 2035 г. будет сложнореализуемой задачей.

Четвертая задача – создание любой высокотехнологичной продукции в ТЭК зависит от развития и уровня зависимости от импорта в смежных отраслях *базовых сквозных технологий*: станкостроительная промышленность; точное машиностроение; среднее машиностроение; химическая промышленность и энергетическое машиностроение.

Пятый целевой блок связан со стандартизацией производства, которая включает в себя ряд задач от *отраслевых методик испытаний* оборудования и технологий вместе с обеспечением взаимопризнания испытаний, создание и координацию работы распределенных отраслевых центров испытаний, метрологической базы вместе с соответствующими институтами, обеспечивающими функционирование федеральных и региональных метрологических центров ТЭК, до системы *российских стандартов, гармонизированных с международными*.

Один из ключевых приоритетов в пятом блоке – объединение работы Росстандарта России, Ростехнадзора России, Таможенного союза Евразийского экономического союза, АНО «Институт нефтегазовых технологических инициатив» (ИНТИ) в сфере нефтегазовой отрасли, электроэнергетики, угольной и горно-металлургической промышленности, а также разработка соглашений об унификации национальных и наднациональных стандартов с ответственными за стандартизацию органами стран-участников БРИКС. Требуется активизировать развитие научно-технологического сотрудничества, в том числе совместной, сквозной системы стандартизации и сертификации со странами БРИКС, Ближнего Востока, Африки в разрезе постепенной замены или равноправного использования стандартов ИНТИ и American Petroleum Institute (API) в большей части стран мира с развитым ТЭК.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

В конечном итоге результатом исполнения пятого блока задач должна стать отработанная единая процедура создания российскими компаниями наряду с иностранными партнерами отраслевых методик испытаний нового оборудования, сервисов, материалов с последующим проведением испытаний на аккредитованных полигонах в рамках БРИКС и принятием результатов работ межведомственной отраслевой комиссией, заключение которой будет приниматься всеми участниками отрасли, причем как в России, так и в дружественных странах [32]. Условный разработчик, инжиниринговая инновационная компания при этом будет избавлена от большого ряда дублирующих работ, что приведет к сокращению времени НИОКР, ускоренному времени вывода нового технологического продукта на широкий рынок и сокращению затрат на разработку и создание пилотного образца.

Шестой пункт заключается в устранении сложности *внедрения отечественного оборудования в реальное производство*. Важно отметить, что для научных, инжиниринговых, производственных и сервисных компаний, выполняющих заказы для нужд организаций ТЭК как с государственным участием, так и частных компаний, приоритетная задача заключается в расширении практики применения заказчиками типовой формы договора поставки будущей вещи с закреплением положений о потребности в соответствующей продукции на срок до 5 лет при обеспечении изначально заданных технических характеристик и при условии отсутствия доступных аналогов на рынке. Договор будущей вещи должен позволять компаниям, выходящим на рынок с принципиально новыми решениями, обеспечить процесс создания оборудования/технологии от идеи до выпуска серийного образца при более лояльных банковских условиях.

В рамках внедрения договора поставки будущей вещи должна быть реализована поддержка страхования рисков разработчиков со стороны государства при внедрении новых высокотехнологичных российских решений, у которых отсутствуют практические примеры внедрения на производстве. Важно также нормативно обеспечить возможность ускоренной амортизации эксплуатируемых иностранных технологических решений на отечественных предприятиях в целях привлечения дополнительных средств для их замещения до истечения календарной продолжительности эксплуатации. Также критична увязка государственной поддержки реализации новых инновационных решений в ТЭК с внедрением российских технических и технологических продуктов, например, льготы на разработку месторождений с трудноизвлекаемыми запасами должны быть напрямую привязаны к внедряемому и применяемому оборудованию, сервисам, программному обеспечению для геологоразведки, строительства и освоения скважин, эксплуатации и транспортировки углеводородов.

Седьмой пункт касается важности создания *региональных центров технологического развития*, импортоопережения наравне с федеральными структурами – региональными научно-техническими советами, которые оперативно дополняли бы карты промышленных компетенций регионов и стали бы важным звеном в создании систем межрегиональной кооперации частных и государственных инновационных компаний от стартапов до крупных холдингов [33]. Детальные карты компетенций каждого участника инновационной деятельности, малые инновационные предприятия при высших учебных заведениях Минобрнауки России, академических институтов РАН, отраслевых частных и государственных институтов, инжиниринговых компаний, производственных и сервисных предприятий должны оперативно заноситься в Государственную информационную систему промышленности – ГИСП [34].

Государственная техническая политика в сфере ТЭК позволит потребителям технологий сформировать свои приоритеты, производителям понимать потенциальный спрос на их продукцию и риски, науке и инжинирингу планировать программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также ставить задачи, помимо всех отраслей ТЭК, большому ряду смежных отраслей промышленности России, объединять все существующие и планируемые планы по импортозамещению, планы работ фундаментальной и прикладной науки в сфере энергетики, нефтегазовой отрасли и угольной промышленности. ТЭК должна стать базой, лакмусовым индикатором создания в стране сквозных высокотехнологичных отраслей производства комплектующих, материалов, техники и оборудования для обеспечения бесперебойной работы энергетических компаний и всех без исключения отраслей промышленности: подшипников, магнитов, металлургических заготовок, средств производства, радиоэлектронной аппаратуры, специализированного

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

программного обеспечения для нужд машиностроения (CAD[7], CAE[8] и CAO[9] системы), химического сырья, редких и редкоземельных материалов.

Для практического обеспечения технологической независимости ТЭК государству необходимо вернуться к прямому участию в научно-технологическом развитии топливно-энергетического комплекса, ключевого по объему сектора производства в экономике России, учитывая широту охвата смежных отраслей в ближайшей перспективе для обеспечения и потенциального увеличения планируемых темпов роста промышленного производства на уровне не ниже 2,4 % в 2023 г. и 2,2 % в 2024 г. в целом по России.

Предлагается создать координирующий орган при Правительстве России (рис.4) для достижения технологического суверенитета промышленности и проектный офис генеральных конструкторов в ТЭК при Минэнерго России для обеспечения импортонезависимости и импортоопережения нефтегазовой, электроэнергетической, угольной отрасли и большого ряда смежных промышленных секторов с определением соответствующих полномочий и сроков выполнения по следующим задачам:

• Определение детального консолидированного отраслевого спроса в высокотехнологичной продукции ТЭК.

• Создание и внедрение единой отраслевой методологии расчета уровня импортозависимости.

• Создание независимого аудита уровня импортозависимости и стресс-тестирование непрерывности функционирования ТЭК, государственное технологическое сопровождение проектов создания высокотехнологичной продукции.

• Разработка отраслевой научно-технической политики ТЭК и сопряжение планов научно-технологического развития и импортозамещения со смежными отраслевыми документами.

• Подготовка обобщенных отраслевых технических заданий, методик испытаний оборудования и технологий.

• Проведение полевых и заводских испытаний, результаты которых будут признаваться всеми участниками отечественного рынка ТЭК.

• Создание единой базы данных лучших решений отрасли.

• Практическая диверсификация производственных мощностей оборонно-промышленных предприятий в интересах компаний ТЭК.

• Системное привлечение высококвалифицированных научно-технических и производственных кадров на стороне государственных органов исполнительной власти при реализации проектов научно-технологического развития, инфраструктурных проектов в ТЭК, с любым уровнем государственного участия – от налоговых льгот и кредитов до прямых возвратных и невозвратных субсидий [8].

Следует отдельно отметить, что для решения административных и финансовых задач при организации координирующего органа при Правительстве России для достижения технологического суверенитета промышленности и проектного офиса генеральных конструкторов в ТЭК существует значительный нереализованный потенциал по продолжению реструктуризации действующих институтов развития промышленности, проведенной в конце 2020 г.[10].

Результатом совместной работы государства, промышленности, бизнеса и науки должны стать приоритетные серийные инновационные решения в технике и технологиях для обеспечения технологического суверенитета, рационального, эффективного освоения собственной минерально-сырьевой базы и осуществления постепенного комплементарного энергоперехода в целом всей экономики России, а именно:

• Технологии, повышающие энергоэффективность – цифровые технологии для традиционных сложных энергонасыщенных систем, применяемых в ТЭК, в том числе для нефтегазового комплекса: буровая установка 2.0 – роботизированный буровой комплекс [35], флот для проведения гидравлического разрыва пласта на электроприводе, внедрение электродвигателей на постоянных магнитах во всех технологических системах, технологии разработки трудноизвлекаемых запасов,

[7] CAD (Computer Aided Design) – системы автоматизированного проектирования (САПР).
[8] CAE (Computer Aided Engineering) – системы автоматизации инженерных расчетов.
[9] CAO (Computer Aided Optimization) – системы проектирования технологий оптимизации.
[10] Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 N 3710-р (ред. от 24.03.2022) «Об институтах развития».

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

DOI: 10.31897/PMI.2022.107

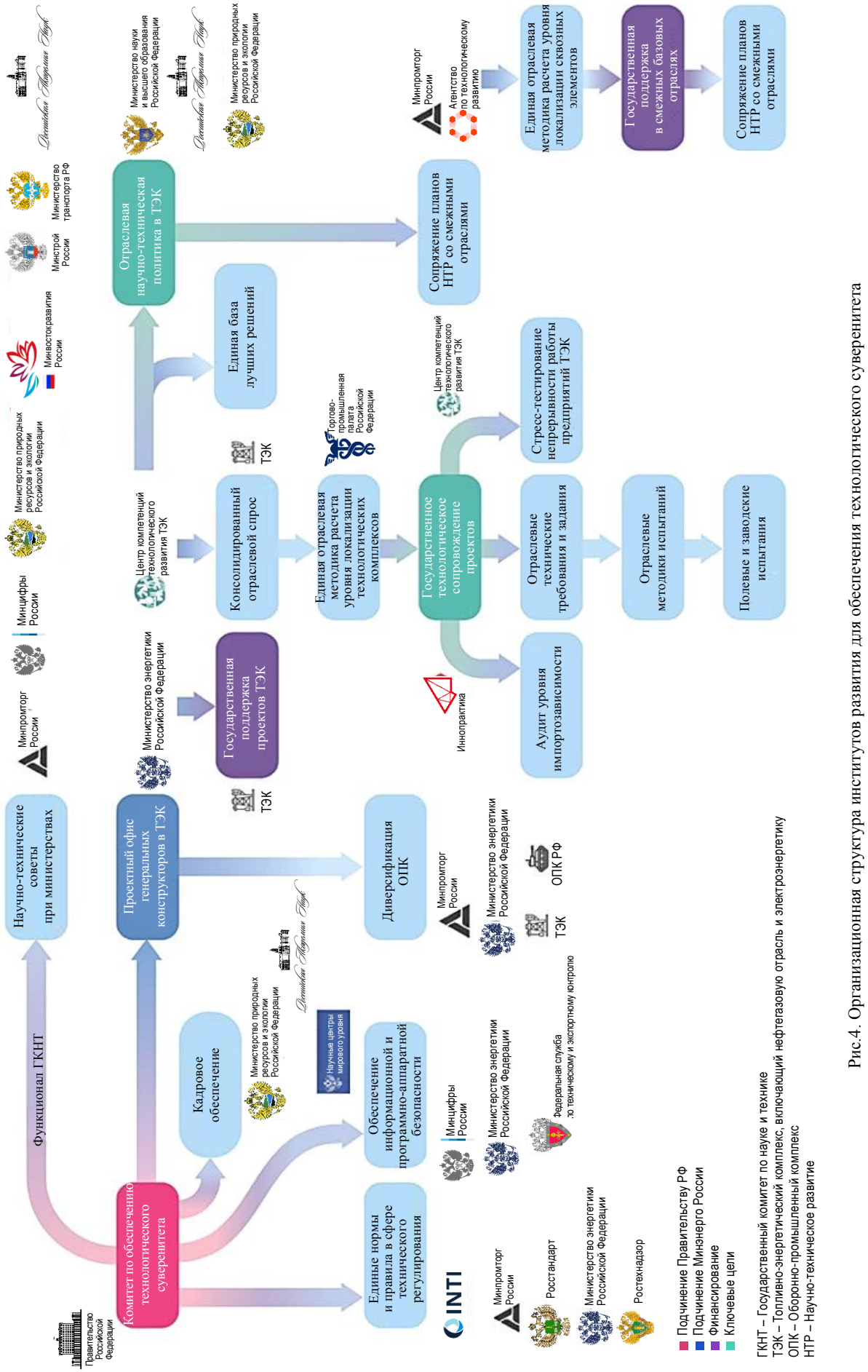


Рис.4. Организационная структура институтов развития для обеспечения технологического суверенитета

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

не имеющих аналогов в мире, широкое применение систем накопления электрической энергии вкупе с электроснабжением автономных объектов за счет газопоршневых генераторных установок в сочетании с эффективными системами промышленного накопления электроэнергии, развитие и применение минизаводов СПГ для освоения новых территорий.

• Применение энергоэффективных роботизированных и цифровых технологических систем в бурении, наряду с внедрением новых технологий добычи углеводородов, должны обеспечить выполнение задач, поставленных в Энергетической стратегии РФ до 2035 г. по удержанию текущих высоких уровней добычи нефти в Российской Федерации на долгосрочную перспективу. Это должно быть обеспечено за счет повышения коэффициента извлечения нефти (КИН) на эксплуатирующихся нефтяных месторождениях до 40 % в течение 15 лет, начала широкой промышленной разработки малодебетных месторождений и обеспечения экономически эффективной добычи трудноизвлекаемой нефти тяжелой, из малопроницаемых пластов, с больших глубин, на шельфе арктических морей [36].

• Все более существенную роль в трансформации нефтегазовой отрасли играет специализированное программное обеспечение, без которого невозможно решить задачи по производству углеводородного сырья и реализации планов импортозамещения [37]. В современном программном обеспечении начинают применяться модули с элементами искусственного интеллекта [38], в частности, для оптимизации поиска и разведки месторождений, определения свойств коллекторов, планирования конструкций скважин, оптимизации процесса бурения, моделирования гидроразрыва пласта, оптимизации добычи нефти, анализа рисков при проектировании разработки.

• Одним из направлений декарбонизации мировой экономики являются технологии водородной энергетики, получившие дополнительный стимул развития в связи с климатической повесткой и стремлением стран мира к переходу к низкоуглеродной экономике [39, 40].[11] К 2050 г., по разным оценкам, доля водорода в мировом энергетическом балансе может многократно увеличиться и достичь от 4 до 24 % конечного потребления энергии.[12] Для России дополнительно к технологиям водородной энергетики в рамках декарбонизации стоит отдельно выделить перспективы петроэнергетики, в первую очередь из-за высоких компетенций в области строительства скважин [41].

• Прогнозируемое длительное сохранение значительной роли в энергетике и химической промышленности ископаемого углеродсодержащего сырья делает одним из наиболее важных путей снижения выбросов внедрение технологий улавливания, захоронения и использования диоксида углерода [42]. Традиционно технологии захоронения CO_2 включают его закачку в различные типы геологических резервуаров, в частности, соляные хранилища, отработанные пласты после нефтедобычи, захоронение в угольных пластах и др. Существует множество геологических систем, которые естественным образом удерживают CO_2 и хранят его на протяжении тысячелетий. Кроме того, нефтегазовая промышленность давно использует CO_2 для увеличения нефтеотдачи.

Для обеспечения подготовки кадров как основы любого научно-технологического развития, включая обучение преподавателей, актуализацию программ и инструментов подготовки, в том числе с использованием производственного оборудования, необходимо определить и отрегулировать участие энергетических компаний и всех без исключения недропользователей в финансировании научно-технологических решений и разработок, от фундаментальных научных исследований до подготовки инновационных инженерно-технических кадров, производство на отечественных предприятиях новых видов техники и оборудования, повышение экспертной роли государственных научных учреждений в реальных секторах экономики.

Апробирование отдельных элементов методологии обеспечения технологического суверенитета. В 2019 г. при поддержке Правительства России[13] был запущен проект создания отечественного флота для гидравлического разрыва пласта (флота ГРП). С учетом отраслевого технического задания разработана архитектура флота ГРП, учитывающая климатические и географические особенности эксплуатации [43]. Разрабатываемый флот ГРП предназначен для проведения

[11] Распоряжение Правительства РФ от 12.10.2020 n 2634-р об утверждении Плана мероприятий «Развитие водородной энергетики в Российской Федерации до 2024 года».

[12] Hydrogen Economy Outlook, Key Messages, March 30, 2020. BloombergNEF. URL: https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/BNEF-Hydrogen-Economy-Outlook-Key-Messages-30-Mar-2020.pdf (дата обращения 01.12.2022).

[13] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 02.11.2020 г. № 2861-р.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

работ на континентальных месторождениях нефти и газа, в том числе в арктических условиях. Уникальными являются спроектированные на специальном шасси насосные установки флота, выполненные в самоходном исполнении. Традиционным является размещение насосных установок мощностью 2000 кВт на автомобильном трале, что значительно снижает проходимость флота, особенно в условиях весенне-осенней распутицы. Исполнение всех единиц техники флота ГРП в самоходном варианте позволяет повысить эффективность использования флота за счет снижения времени на мобилизацию оборудования на скважины, оперативность передвижения по промысловым дорогам. Ожидаемый рост выработки на флоте составляет до 30 % (в среднем от 10 до 13-15 работ в месяц).

В 2020-2021 гг. был произведен опытный образец флота ГРП (рис.5). В кооперацию создания флота вошло более 1000 отечественных предприятий, в том числе оборонно-промышленного комплекса. Создан специализированный программно-аппаратный комплекс для управления флотом из единого командного центра. Уровень локализации флота превышает 80 %.

Для комплексного испытания опытного образца флота ГРП в 2021 г. была разработана и утверждена нефтесервисными компаниями отраслевая методика испытаний, направленная на проверку всех функций и режимов работ комплекса. В 2022 г. завершаются стендовые испытания флота ГРП на первом отечественном уникальном испытательном стенде для проведения полномасштабных испытаний образцов оборудования ГРП, а также стендовые испытания флота ГРП в Волгограде на производственной площадке АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады».

В 2023 г. планируется проведение полевых испытаний опытного флота ГРП на нефтегазовых месторождениях в Ханты-Мансийском автономном округе на Южно-Приобском месторождении. Для этого образована кооперация между нефтесервисной компанией и вертикально-интегрированной нефтяной компанией, определяются скважины-кандидаты, ведется проектная работа с целью подготовки программ закачки ГРП.

Своевременный запуск производства отечественных флотов ГРП позволит полностью удовлетворить потребность отечественного нефтесервиса в новых комплексах для разработки континентальных месторождений нефти и газа. Общий объем рынка новых флотов ГРП до 2030 г. составит 40 флотов (50 млрд руб.). Ввод в эксплуатацию высокомобильных комплексов ГРП даст возможность ускорить введение в эксплуатацию новых скважин с планируемыми дебитами, провести своевременное освоение месторождений ТРИЗ и выполнить закрепленные в Энергетической стратегии РФ цели по добыче нефти и газа.[14]



Рис.5. Агрегаты опытного образца флота ГРП

[14] Протокол заседания Проектного комитета Федерального проекта от 22 сентября 2021 г. № 1 под председательством Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации А.В.Новака.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

DOI: 10.31897/PMI.2022.107

© О.В.Жданеев, 2022

Еще одним примером частного применения методологии обеспечения технологического суверенитета является реализуемый проект по твердосплавным резцам для породоразрушающего инструмента (долот, калибраторов и др.), применяемого преимущественно при бурении разведочных и эксплуатационных скважин на нефть и газ. Рынок долотного сервиса в РФ (включая производство новых долот) составляет около 50 млрд руб. в год, около 20 % фонда новых скважин. С учетом роста скважин с горизонтальным окончанием в общем количестве строящихся скважин за год и интенсивного освоения ТРИЗ, ожидается рост рынка на 60-70 % к 2030 г. – до 80 млрд руб. Производство вооружения долот – долотных резцов осуществляется в России частично. Импортозависимость российской отрасли производства долот по премиальным резцам, обладающих высокими механическими, прочностными и породоразрушающими свойствами, составляет 100 %.

В 2020 г. с целью решения задачи о запуске производства PDC резцов премиального класса при поддержке Правительства России был создан консорциум заинтересованных предприятий, в который вошли предприятие оборонно-промышленного комплекса Курганской обл. и ведущий федеральный научно-исследовательский институт.

Совместно с ведущими отечественными долотными компаниями нами были разработаны отраслевые технические требования. В 2020-2021 гг. отработаны фундаментальные основы по химической обработке твердых сплавов, подтверждены режимы спекания смесей, требования к сырью. Разработан опытно-лабораторный технологический процесс для производства опытных партий и подтверждения свойств продукции. В 2021 г. создан опытный участок для производства пилотных партий резцов, обеспечивающий полный спектр опытно-конструкторских работ для выхода на серийный продукт. Внедрен принципиально новый для отечественного производства технологический этап изготовления твердосплавных пластин – химическая обработка твердосплавных пластин методом выщелачивания при определенных условиях (рис.6), при выщелачивании удаляются вкрапления кобальта между синтезированными зернами алмаза.

В 2022 г. была получены резцы PDC со следующими характеристиками: геометрические размеры ∅ 13,44×δ8 мм и ∅ 15,88×δ8 мм; толщина алмазного слоя 0,5-2,5 мм; износостойкость 0,30 мг/кг; твердость алмазного слоя 100 ГПа; прочность при сжатии 1,4 ГПа; прочность при изгибе 1,25-1,3 ГПа; трещиностойкость 6,0 МПа·м$^{1/2}$; себестоимость на 25-30 % ниже зарубежных аналогов.

Испытания твердосплавных резцов проведены в соответствии с ведущими мировыми методиками ASTM и API. В 2022 г. проведены опытно-промышленные испытания премиальных отечественных резцов PDC на двух скважинах в Ямало-Ненецком автономном округе. Разработан проект серийного производства резцов PDC с целью покрытия 75 % рынка в срок до 2024 г. с плановым снижением себестоимости производства резцов на 25-30 % при выходе на серийное производство. При доле рынка в РФ 75 % ожидаемый эффект для предприятий долотного сервиса составит свыше 500 млн руб. в год.

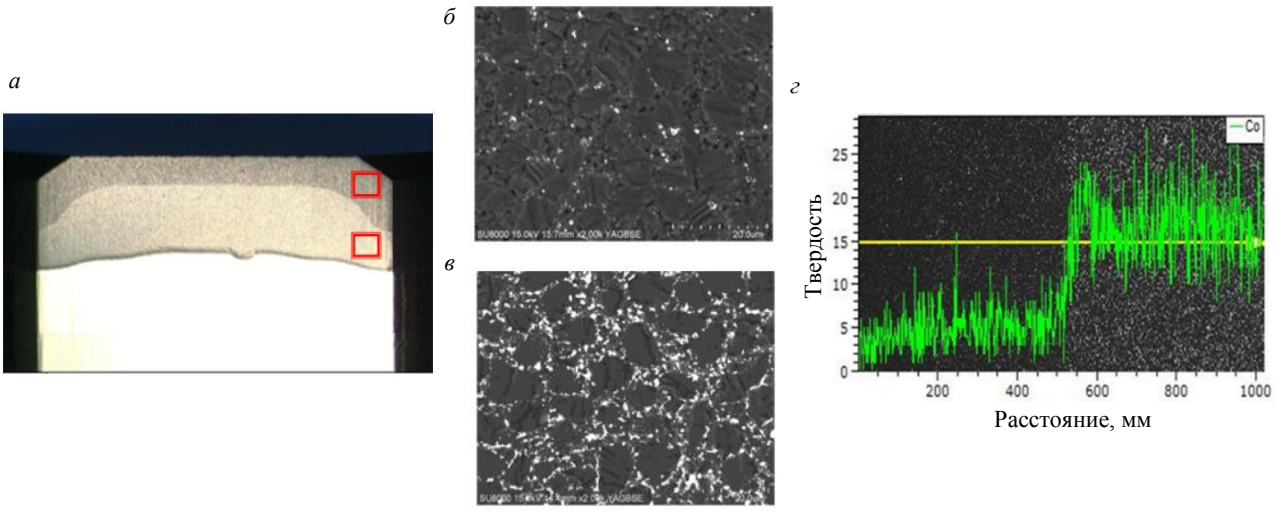


Рис.6. Процесс улучшения термической стабильности режущей пластины путем выщелачивания: *а* – общий вид резца; *б* – область без травления; *в* – область после травления; *г* – изменение твердости после обработки методом выщелачивания

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Заключение. Перед российским ТЭК стоят задачи по поддержанию объема добычи нефти и газового конденсата на уровне не менее 490 млн т до 2035 г., достижению объема производства сжиженного природного газа не менее 80 млн т, снижению значений индекса средней продолжительности отключений в системе электроснабжения до 2,23 ч, развитию новых секторов, включая водородную энергетику и других, которые в совокупности должны стать основой стабильного роста всей экономики России. Без технологического развития внутри страны, практического участия федеральных органов исполнительной власти в промышленных проектах на уровне высококвалифицированных инженерно-технических специалистов-производственников, начиная от фундаментальной, прикладной науки и заканчивая добычей и переработкой собственного ценного сырья и производством сквозных высокотехнологичных элементов, данные показатели в условиях сложившейся мировой конъюнктуры недостижимы [44].

На конец 2022 г. достигнуты следующие результаты, расширение, тиражирование и внедрение которых в отечественный ТЭК и сквозные отрасли промышленности обеспечат к 2035 г. технологический суверенитет в энергетике РФ от поиска и разведки энергетических ресурсов, рациональной разработки и их применения до реализации продуктов на их основании по всему миру:

• Обоснована методология формирования стратегии ТЭК РФ при создании в кооперации с базовыми отраслями российских технологий и техники, достаточных для обеспечения технологической независимости РФ от иностранных разработок в критически важных сферах.

• Определены приоритеты, объективные предпосылки и ограничения технологического развития отраслей ТЭК РФ.

• Обоснованы методы и степень государственного участия при реализации проектов научно-технологического развития ТЭК, направленных на обеспечение технологического суверенитета ТЭК РФ.

• Проведена комплексная работа по созданию отраслевой технической политики ТЭК, основополагающего системного документа как детального продолжения Энергетической политики Российской Федерации до 2035 г. Описаны ключевые технологии, которые будут востребованы в долгосрочной перспективе с детальным раскрытием трендов в мировом и отечественном топливно-энергетических комплексах (переход к Индустрии 4.0, декарбонизация, энергоэффективность и пр.).

• Подготовлено несколько десятков отраслевых технических требований и заданий, часть которых уже фундаментально повлияли или продолжают оказывать влияние на критерии технологического развития ТЭК в области строительства и освоения скважин, разработки и эксплуатации месторождений, освоения шельфа Арктики, нефтепереработки, силовой и микроэлектроники, специализированного программного обеспечения для ТЭК, водородной энергетики, систем дистанционного зондирования Земли в интересах ТЭК.

• По ряду проектов установлены отраслевые критерии реализуемости – подготовлены технические задания, реализованы новые технические решения, подготовлены методики испытаний оборудования и технологий, проведены полевые и заводские испытания: немагнитная сталь для нужд нефтегазовой отрасли, флот для гидроразрыва пластов, система накопления электрической энергии, скважинный акселерометр, проект интеллектуального завода для производства комплектующих центробежных насосов, аппаратный комплекс для мониторинга уровня хлорорганических соединений, специализированный IGBT-модуль для силовой электроники.

• В рамках системной работы по диверсификации производственных мощностей оборонно-промышленных предприятий в интересах электроэнергетических, нефтегазовых, нефтесервисных и угольных компаний разработан и реализован алгоритм проведения выездных мероприятий на производственных объектах для реализации совместных проектов компаний ТЭК и предприятий ОПК.

Автор выражает признательность Д.С.Завалову за помощь в подготовке статьи.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жданеев О.В., Зуев С.С.* Развитие ВИЭ и формирование новой энергополитики России // Энергетическая политика. 2020. № 2 (144). С. 84-95. DOI: 10.46920/2409-5516_2020_2144_84

2. Долгосрочное научно-технологическое развитие России // Потенциальные возможности роста российской экономики: анализ и прогноз: Научный доклад. М.: Артик Принт, 2022. С. 170-199. DOI: 10.47711/sr2-2022

3. *Shcherbakov M.V., Glotov A.V., Cheremisinov S.V.* Proactive and Predictive Maintenance of Cyber-Physical Systems // Cyber-Physical Systems: Advances in Design & Modelling. Studies in Systems, Decision and Control. Cham: Springer, 2020. Vol. 259. P. 263-278. DOI: 10.1007/978-3-030-32579-4_21

4. *Xiaoyong Dai, Chapman G.* R&D tax incentives and innovation: Examining the role of programme design in China // Technovation. 2022. Vol. 113. № 12707. DOI: 10.1016/j.technovation.2021.102419

5. *Жданеев О.В., Чубоксаров В.С.* Техническая политика нефтегазовой отрасли России: задачи и приоритеты // Энергетическая политика. 2020. № 5(147). С. 76-91. DOI: 10.46920/2409-5516_2020_5147_76

6. *Zhdaneev O.V., Zaitsev A.V., Kolesnikov S.V., Soshnikov A.I.* Development of the production of Russian bearings for the fuel and energy complex // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2022. Vol. 51. № 7. P. 86-94. DOI: 10.3103/S1052618822070196

7. *Litvinenko V.* The Role of Hydrocarbons in the Global Energy Agenda: The Focus on Liquefied Natural Gas // Resources. 2020. Vol. 9. № 5. № 181. DOI: 10.3390/resources9050059

8. *Жданеев О.В., Бравков П.В., Фролов К.Н. и др.* Вопросы технической политики отраслей ТЭК России. М.: Наука, 2020. 304 с. DOI: 10.7868/9785020408241

9. *Рожков А.А.* Структурный анализ импортозамещения в угольной промышленности России: реальность и прогноз // Горная промышленность. 2017. № 6 (136). С. 4-13.

10. *Белоусов Д.Р., Михайленко К.В., Сабельникова Е.М., Солнцев О.Г.* Роль цифровизации в целевом сценарии развития экономики России // Проблемы прогнозирования. 2021. № 4. С. 53-65. DOI: 10.47711/0868-6351-187-53-65

11. *Агамирзян И., Белоусов Д., Кузнецов Е. и др.* Вызов 2035. М.: Олимп-Бизнес, 2016. 240 с.

12. *Chupin E., Frolov K., Korzhavin M., Zhdaneev O.* Energy storage systems for drilling rigs // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2021. Vol. 12. P. 341-350. DOI: 10.1007/s13202-021-01248-5

13. *Мельников В.П., Осипов В.И., Брушков А.В. и др.* Снижение устойчивости инфраструктуры ТЭК России в Арктике как следствие повышения среднегодовой температуры приповерхностного слоя криолитозоны // Вестник РАН. 2022. Т. 92. № 4. С. 303-314. DOI: 10.31857/S0869587322040053

14. *Zhdaneev O.V.* Russian Fuel and Energy Complex Technology Policy at the state of Energy Transition // Eurasia mining. 2022. № 1. P. 13-19. DOI: 10.7580/em.2022.01.03

15. *Зубов В.П.* Применяемые технологии и актуальные проблемы ресурсосбережения при подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых // Горный журнал. 2018. № 6. С. 77-83. DOI: 10.17580/gzh.2018.06.16

16. *Dutta S., Lanvin B., Leon S.R. et al.* Global innovation index 2021: tracking innovation through the covid-19 crisis. Geneva: WIPO, 2021. 205 p. DOI: 10.34667/tind.44315

17. *Dobni C.B., Klassen M., Nelson W.T.* Innovation strategy in the US: top executives offer their views // Journal of Business Strategy. 2015. Vol. 36. № 1. P. 3-13. DOI: 10.1108/JBS-12-2013-0115

18. *Гохберг Л.М., Дитковский К.А., Коцемир М.Н. и др.* Индикаторы науки 2022: статистический сборник. М.: Высшая школа экономики, 2022. 400 с. DOI: 10.17323/978-5-7598-2647-7

19. *Жданеев О.В., Серёгина А.А.* Кадровое обеспечение топливно-энергетического комплекса Российской Федерации в условиях энергоперехода: Монография. М.: ИНФРА-М, 2022. 269 с. DOI: 10.12737/1865411

20. *Boschma R.* Global value chains from an evolutionary economic geography perspective: a research agenda // Area Development and Policy. 2022. Vol. 7. Iss. 2. P. 123-146. DOI: 10.1080/23792949.2022.2040371

21. *Жданеев О.В., Серёгина А.А.* Векторы технологической кооперации БРИКС в ТЭК // Международный технико-экономический журнал. Часть 1. 2021. № 1. С. 7-17. DOI: 10.34286/1995-4646-2021-76-1-7-17; Часть 2. 2021. № 2. С. 7-22. DOI: 10.34286/1995-4646-2021-77-2-7-22

22. *Чулок А.А.* Форсайт как инструмент формирования и управления экосистемой компании // Вопросы экономики. 2022. № 3. С. 52-76. DOI: 10.32609/0042-8736-2022-3-52-76

23. *Litvinenko V.S., Sergeev I.B.* Innovations as a Factor in the Development of the Natural Resources // Studies on Russian Economic Development. 2019. Vol. 30. P. 637-645 (in Russian). DOI: 10.1134/S107570071906011X

24. *Фролов И.Э.* Оценка развития российского высокотехнологичного комплекса в условиях низкой инфляции и ограниченности господдержки // Проблемы прогнозирования. 2019. № 4 (175). С. 3-15.

25. *Жданеев О.В., Фролов К.Н., Коныгин А.Е., Гехаев М.Р.* Разведочное бурение на арктическом и дальневосточном шельфе России // Арктика: экология и экономика. 2020. № 3 (39). С. 112-125. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-112-125

26. *Аргасцев А.Ю., Жданеев О.В., Ставцев А.В. и др.* Инверторы для отечественной электроэнергетики и промышленности // Электрические станции. 2022. № 2 (1087). С. 45-56. DOI: 10.34831/EP.2022.1087.2.008

27. *Крюков В.А.* О взаимосвязи и взаимодействии экономической, промышленной и научно-технологической политик // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2. № 2. С.15-46. DOI: 10.19181/smtp.2020.2.2.1

28. *Engen O.A., Simensen E.O., Thune T.* The evolving sectoral innovation system for upstream oil and gas in Norway // Routledge, Petroleum Industry Transformations. Taylor & Francis Online, 2018. 17 p. DOI: 10.4324/9781315142456-2

29. *Крюков В.А.* Экономика знаний о недрах во времени и пространстве // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2. № 4. С.15-46. DOI: 10.19181/smtp.2020.2.4.4

30. *Жданеев О.В.* Оценка уровня локализации продукции при импортозамещении в отраслях ТЭК // Экономика региона, 2022. Т. 18(3). С. 770-76. DOI: 10.17059/ekon.reg.2022-3-11

31. *Бравков П.В., Жданеев О.В., Чубоксаров В.С.* К вопросу о непрерывности ведения бизнеса предприятий нефтегазовой отрасли России // Стандарты и качество. Часть 1. 2020. № 8. С. 88-94. Часть 2. 2020. № 9. С. 70-74.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

32. *Жданеев О.В., Зайцев А.В., Лобанков В.М., Фролов К.Н.* Концепция проведения испытаний скважинного оборудования // Недропользование XXI век. 2021. № 1-2 (90). С. 4-15.

33. *Крюков В.А., Селиверстов В.Е.* Стратегическое планирование пространственного развития России и ее макрорегионов: в плену старых иллюзий // Российский экономический журнал. 2022. № 5. С. 264-287. DOI: 10.33983/0130-9757-2022-5-22-40

34. *Кошовец О.Б., Ганичев Н.А.* Глобальная цифровая трансформация и ее цели: декларации, реальность и новый механизм роста // Экономическая наука современной России. 2018. № 4. С. 126-143.

35. *Zhdaneev O., Frolov K., Petrakov Y.* Predictive Systems for the Well Drilling Operations // Springer: Cyber-Physical Systems: Design and Application for Industry 4.0. Cham: Springer, 2021. P. 347-368. DOI: 10.1007/978-3-030-66081-9_28

36. *Karev V., Kovalenko Y., Ustinov K.* Mechanical and Mathematical, and Experimental Modeling of Oil and Gas Well Stability // Geomechanics of Oil and Gas Wells. Advances in Oil and Gas Exploration & Production. Cham: Springer, 2020. P. 35-60. DOI: 10.1007/978-3-030-26608-0_9

37. *Жданеев О.В., Чубоксаров В.С.* Перспективы технологий Индустрии 4.0 в ТЭК России // Энергетическая политика. 2020. № 7. С. 16-33. DOI: 10.46920/2409-5516_2020_7149_16

38. *Shah M.* Big Data and the Internet of Things // Big Data Analysis: New Algorithms for a New Society. Studies in Big Data, Cham: Springer. 2020. Vol. 16. P. 207-237. DOI: 10.1007/978-3-319-26989-4_9

39. *Galitskaya E.A., Zhdaneev O.V.* Development of electrolysis technologies for hydrogen production: A case study of green steel manufacturing in the Russian Federation // Environmental Technology and Innovation. 2022. Vol. 27. № 102517. DOI: 10.1016/j.eti.2022.102517

40. *Bazhenov S., Dobrovolsky Y., Maximov A., Zhdaneev O.* Key challenges for the development of the hydrogen industry in the Russian Federation // Sustainable Energy Technologies and Assessments. 2022. Vol. 54. № 102867. DOI: 10.1016/j.seta.2022.102867

41. *van Oort E., Chen D., Ashok P., Fallah A.* Constructing deep closed-loop geothermal wells for globally scalable energy production by leveraging oil and gas ERD and HPHT well construction expertise // SPE/IADC International Drilling Conference and Exhibition, 8-12 March 2021, Virtual. OnePetro, 2021. SPE-204097-MS. DOI: 10.2118/204097-MS

42. Raising energy efficiency and reducing greenhouse gas emissions: an analysis of publicly funded petroleum research 2015-2018 // The research council of Norway. 2018. 52 p.

43. *Байдюков К.О., Бравков П.В., Жданеев О.В., Кононенко В.А.* О приоритетных направлениях развития технологий ГРП в России // Разведка и охрана недр. 2020. № 11. С. 49-57

44. *Литвиненко В.С., Петров Е.И., Василевская Д.В. и др.* Оценка роли государства в управлении минеральными ресурсами // Записки Горного института. 2022. С. 1-17 (Online first). DOI: 10.31897/PMI.2022.100

Автор **О.В.Жданеев,** *канд. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник, доцент, zhdaneev@rosenergo.gov.ru, https://orcid.org/0000-0002-5287-4397* (*Институт нефтехимического синтеза имени А.В.Топчиева РАН, Москва, Россия*; *Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина, Москва, Россия*).

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0