

# ТехПро-2023



[www.techproforum.ru](http://www.techproforum.ru)



# Концепция технологического развития России до 2030 года

**Достижение технологического суверенитета, переход к инновационно ориентированному экономическому росту, технологическое обеспечение устойчивого развития производственных систем – главные цели Концепции технологического развития России до 2030 года**



## Новинки промышленного производства Российской Федерации:



«Ласточка-M» серии ЭС104 – полностью отечественный электропоезд



Экзоскелет EXOATLET – новейшая разработка роботизированной механотерапии, предназначенная для реабилитации людей с нарушениями работы ног



Беспилотный вертолет SH-750 компании «Аэромакс» – это первый российский проект по созданию БПЛА на водородном топливе



Образец скоростного лифта от белорусского завода «Могилевлифтмаш», который положит начало производству целой линейки подобных лифтов



Аппарат искусственной вентиляции легких Zisline MV350 ООО «Фирма «Тритон-ЭлектроникС», предназначенный для эксплуатации в отделениях реанимации, хирургии и интенсивной терапии, а также при транспортировке в пределах больницы

Электромобиль «Е-Нева» – перспективная машина с полным приводом и батарей увеличенной емкости



**К концу третьего десятилетия XXI века Россия должна обладать собственной научной, кадровой и технологической базой критических и сквозных технологий. В стране будут созданы условия для высокоинтенсивной инновационной активности корпораций и предпринимателей, которые будут работать в комфортной регуляторной среде. Кроме того, к 2030 году национальная экономика должна обеспечивать производство высокотехнологичной продукции – чипов и другой микроэлектроники, высокоточных станков и робототехники, авиакосмической техники, беспилотников, лекарств и медицинского оборудования, телекоммуникационной техники и программного обеспечения. При этом доля таких отечественных товаров в общем объеме потребления должна составить не менее 75%.**

## Технологический потенциал России



**Михаил Владимирович Мишустин, Председатель Правительства Российской Федерации**

Председатель Правительства РФ М. В. Мишустин отметил, что правительство считает важным обеспечить наличие на внутреннем рынке всех необходимых разработок. Власти твердо намерены в приоритетном порядке развивать станкостроение, радиоэлектронику, судо- и авиационное, производство электромобилей, газотурбинных установок, беспилотников, сложной медицинской техники и лекарств.

Будет продолжена реализация проектов, направленных на выпуск конкурентной продукции с целью замены поставок из недружественных стран. Предполагаются создание новых цепочек производства добавленной стоимости и поддержка предпринимателей бюджетным финансированием либо с помощью гибкой таможенно-тарифной политики.

Наша страна последовательно справляется со всеми вызовами. За последние 4 года промышленное производство увеличилось на 7%. Промышленное производство в обрабатывающих отраслях в мае выросло на 12,8%. При этом в текущем году позитивная динамика ускорилась. И это в условиях разрыва логистических цепочек и беспрецедентного санкционного давления.



**Денис Валентинович Мантуров, заместитель Председателя Правительства Российской Федерации, Министр промышленности и торговли Российской Федерации**

Министр промышленности и торговли РФ Д. В. Мантуров отметил, что «в нашей стране действительно накоплен серьезный технологический потенциал, благодаря которому мы в различных областях уже претендуем или можем претендовать на лидерство». Самыми яркими примерами отраслей с серьезными, зачастую уникальными наработками, по мнению министра, являются металлургия, железнодорожное машиностроение, авиационное. Вкладываются существенные бюджетные инвестиции в гражданское авиастроение с целью выйти на объем производства, сопоставимый с зарубежными производителями.

По словам Д. В. Мантурова, «в судостроении нам нет равных в части создания атомных ледоколов, да и в целом в атомных и космических технологиях мы обладаем уникальными и ценными для всего мира компетенциями». Д. В. Мантуров отметил, что зенитно-ракетный комплекс С-350 «Витязь» впервые в мире отработал по цели в зоне проведения специальной военной операции в автоматическом режиме – с использованием искусственного интеллекта, без участия человеческого фактора.

Российские технологии получения высокоочищенных инертных газов позволяют нашей стране производить ксенон, криптон и неон с лучшими в мире показателями чистоты. Достижения в области фотоники и лазерной техники позволяют нам быть технологически независимыми в металлообработке и в других направлениях с активным использованием лазеров, в том числе в медицинской технике. Есть значительные успехи в фармацевтической отрасли, что показала пандемия COVID-19: самую высокую эффективность продемонстрировали именно отечественные лекарства.



**Максим Геннадьевич Решетников, Министр экономического развития Российской Федерации**

Достижение Россией технологического суверенитета предполагает весьма существенное увеличение инвестиций с целью реализации приоритетных проектов. Министр экономического развития РФ Максим Решетников отметил: «Наша потребность в инвестициях составляет принципиально иную величину. Мы провели анализ инвестиций с точки зрения того, какой сейчас объем инвестиций идет в отрасли, где эти проекты присутствуют, – это где-то 550 млрд рублей. Потом посчитали, сколько нам надо инвестиций в эти отрасли, для того чтобы выйти на те параметры технологической независимости, которые мы поставили как цель по экономическому росту: нам нужно 2,5 трлн рублей в год инвестировать. То есть у нас разница – до 2 трлн рублей нам нужно в год нарастить инвестиций в эти секторы».

Важен и еще один момент – поддержка предпринимателей на государственном уровне. На это также обратил внимание глава Минэкономразвития Максим Решетников. Один из сравнительно новых механизмов государственной поддержки – «до-рацивание» технологических компаний, уже прошедших путь становления и готовых активно развиваться: стратегическая инициатива «Взлет от стартапа до IPO» предполагает поддержку инновационных компаний на всех этапах развития и с разным уровнем технологической готовности. Глава АО «Корпорация «МСП», входящего в состав группы «ВЭБ.РФ», Александр Исаевич отметил, что цель данного проекта – придать импульс развитию таких компаний «вплоть до возможности выхода на биржу». Государство также помогает представителям бизнеса сокращать издержки и замещать иностранное программное обеспечение.



**Валерий Николаевич Фальков, Министр науки и высшего образования Российской Федерации**

В 2023 году подготовлен проект Стратегии научно-технологического развития Союзного государства России и Беларуси. Министр науки и высшего образования РФ Валерий Фальков отметил: «Полагаем, что это даст старт фундаментальным исследованиям в области генетики, мирного использования атомной энергии, а также ядерной медицины». Россия и Беларусь сотрудничают в таких приоритетных областях, как возобновляемые источники энергии, сельское хозяйство, биотехнологии и робототехника.

В России обучается более 13 тыс. белорусских студентов. Валерий Фальков подчеркнул: «Подготовка квалифицированных кадров – основа развития любого государства». Сейчас одна из важнейших задач университетов – развитие технологического предпринимательства. Глава Минобрнауки России полагает, что современный университет «немислим без взаимоотношений с бизнесом». Министр сказал: «Одна из миссий современного университета – превращение идей в технологии. Мы в этом году усиленно разворачиваем инфраструктуру в вузах, потому что без нее мы не добьемся результатов. Двигаемся достаточно динамично, запущена акселерационная программа, отобраны университеты, где будет 20 стартапов».

Глава Минобрнауки РФ отметил: «У нас простой замысел – предоставить возможность массовой подготовки студентов к технологическому предпринимательству. Технологические предприниматели меняют мир. Развитие этого направления позволит решить значительную часть задач в области импортозамещения».

## Официальные приветствия

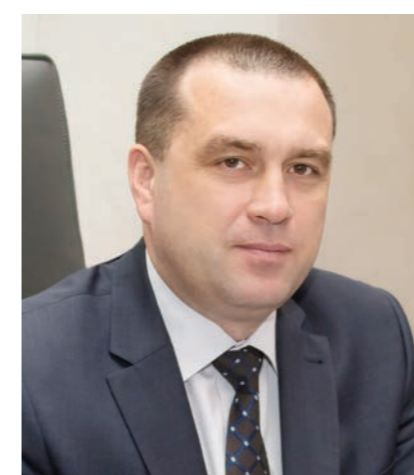


**Геннадий Иосифович Шмаль, президент Союза нефтегазопромышленников России, председатель Совета ветеранов нефтегазовой отрасли России**

Участникам экспертной встречи «ТехПро».

От имени Союза нефтегазопромышленников России сердечно приветствуем участников и гостей экспертной встречи «ТехПро», программа которой включает темы, имеющие огромную актуальность для российской экономики, отечественного нефтегазового комплекса. Отрадно, что внимание экспертов организаторами встречи акцентируется на вопросах разработки и внедрения передовых технологий во всех областях жизни и деятельности людей.

Перед нашей страной стоят сложные задачи, различные геополитические угрозы и вызовы. Преодолеть все это возможно только общими усилиями, в условиях внедрения новейших технологий и технических средств для увеличения потенциала всех секторов отечественной экономики, прежде всего нефтяной, газовой, химической и металлургической промышленности, машиностроительной отрасли. Сегодня само время диктует выбор элементов ресурсно-инновационного развития, базирующихся на использовании мощного ресурсного и интеллектуального потенциалов. А в наших отраслях имеется огромная масса примеров инновационного подхода, успешных научно-исследовательских работ, которые, безусловно, должны содействовать увеличению потенциала отечественной промышленности.



**Николай Владимирович Карпов, Генеральный директор ПАО «Славнефть-ЯНОС»**

Уважаемые коллеги! Участники экспертной площадки «ТехПро»!

Более чем за полувековую историю ПАО «Славнефть-ЯНОС» выработало принципы, определяющие все ключевые направления деятельности, реализуемые на предприятии, – это забота о безопасности труда персонала и производства, защита природы, высокие стандарты качества выпускаемой продукции и непрерывное совершенствование технологических процессов. Все это позволяет ЯНОСу оставаться одним из флагманов отечественной нефтепереработки, быть в центре значимых отраслевых событий, успешно преодолевать вызовы времени и производить самые востребованные нефтепродукты.

На протяжении многих лет ЯНОС сохраняет высокий уровень инновационно-исследовательского потенциала и традиций не одного поколения российских нефтепереработчиков. Технологии и рецептуры наших исследователей вызывают пристальный интерес коллег и экспертов смежных отраслей. Научно-технические разработки предприятия ежегодно удостоиваются высокой оценки, продукция ЯНОСа входит в рейтинг «100 лучших товаров», а импортозамещающие разработки, направленные на освоение Арктики, неоднократно были отмечены дипломами международных конкурсов. В этом году завод стал лауреатом конкурса Премий Правительства Российской Федерации в области качества. Это огромная гордость и заслуженная награда всего трудового коллектива предприятия. Сила опыта, верность качеству, стремление к поиску инновационных решений и успешное их воплощение дают ЯНОСу возможность не только создавать и осваивать новые передовые технологии, но и делиться выработанными практиками с коллегами.



**Александр Игоревич Бедринов, и.о. управляющего директора АО «Уральская Сталь»**

Уважаемые коллеги!

В настоящее время на первый план выходят вопросы, связанные с технологической независимостью России. А это ускоренное и модернизированное развитие промышленности и строительной отрасли путем активного внедрения высоких технологий.

Возможность такого развития в значительной степени определяется состоянием металлургической отрасли, продукция которой лежит в основе строительства объектов промышленной, социальной и жилищной инфраструктуры, создает базу для машиностроения и агропромышленного сектора.

АО «Уральская Сталь» является лидером российского рынка мостовой стали, одним из ведущих производителей листового проката, литой заготовки, крупногабаритных литых изделий и чугуна.

Сейчас нашей стране жизненно необходимо объединение усилий специалистов всех высокотехнологичных отраслей, поэтому проведение таких мероприятий, как Экспертная встреча «ТехПро», является более чем своевременным!



**Тамара Ивановна Мордасова, исполнительный директор экспертной встречи «ТехПро»**

Уважаемые коллеги!

Организаторы экспертной встречи в рамках Технологического форума «ТехПро-2023» взяли на себя трудную задачу. Предстоит обсудить интересную тему – вопросы достижения страной технологического суверенитета в краткий исторический период – 7 лет.

Сама Концепция технологического развития еще не конкретный перечень проектов, которые нужно реализовать и которые станут базой технологического суверенитета. Но предстоящий разговор будет ориентировать на это.

Среди участников экспертной встречи – руководители крупных компаний, научных организаций, специалисты разных отраслей экономики, финансов, отраслевой и университетской науки. Это люди с большим производственным и жизненным опытом.

Считая, что наша дискуссия станет отправной точкой для широкого обсуждения специалистами разных сфер деятельности, для понимания целей и возможных результатов на пути к достижению большой национальной задачи.

# Требуется новая, более совершенная государственная политика

Самый первый вопрос, естественно, касается того, каковы приоритетные направления, требующие обеспечения независимости отечественной нефтегазовой отрасли от импорта технологий и оборудования. Приоритетные направления, стимулирующие развитие нефтегазового комплекса и отраслей, обслуживающих его, ну и, конечно, обеспечивающие технологический суверенитет. Думаю, что это должны быть следующие инструменты:

- меры налогового стимулирования;
- вклад в науку и человеческий капитал;
- возвращение отраслевой науки во главу производственных циклов;
- государственные программы разработки уникальных видов оборудования с акцентом на наукоемкое;
- софинансирование инвестиционных проектов, направленных на запуск новых производств и модернизацию существующих;
- более широкое использование общественных инициатив, привлечение общественных профессиональных организаций, объединений специалистов к широкому взаимодействию с государственными структурами.

Стратегия модернизации и инноваций во всех сферах деятельности: от научной до производственной – объявлена стержнем социально-экономической политики нашей страны. А значит, и нефтегазовой отрасли. Ее принципы и ключевые направления сформулированы в программных выступлениях руководства страны.

В то же самое время именно в НГК наиболее остро проявляются противоречия интересов нефтяных, газовых компаний и различных государственных институтов власти, представляемых конкретными или безличными госчиновниками, которые активно влияют на стратегическую политику государства и зачастую своими решениями или, наоборот, – отсутствием решений – просто откровенно ставят под удар многие вопросы развития минерально-сырьевой базы страны.

Вновь и вновь приходится им говорить, что сегодня нужна новая парадигма развития топливно-энергетического комплекса страны, подхода к этим вопросам государства в качестве стимулятора научно-технического прогресса. И, конечно, одним



Геннадий Шмаль, президент Союза нефтегазопромышленников России

из наиболее эффективных механизмов стимулирования инновационных процессов являются изменение налоговой конструкции НГК, дифференцированное снижение налогов, предоставление налоговых каникул, новая финансовая политика государства – субсидирование процентных ставок на кредиты, используемые для приобретения новых технологий и современного оборудования.

Налоговая политика должна стимулировать предприятия вкладывать средства в поиск и внедрение методов повышения нефтеотдачи пластов, в новые технологии добычи, увеличение коэффициента нефтеотдачи. Это касается, конечно, прежде всего разработки трудновывлекаемых запасов нефти, в том числе и вязких и

сверхвязких ее видов. Новая налоговая система должна стимулировать предприятия машиностроительного комплекса работать на ТЭК. Вот решение сверхактуальной для отрасли проблемы импортозамещения!

За последние десятилетия значительно усложнились горно-геологические условия – неструктурные ловушки, тяжелые и вязкие нефти – все это требует применения новых технологий, нового оборудования, инновационных подходов, включения всех усилий отраслевой науки, увеличения финансирования НИОКР.

Вопрос следующий – очень важный. Замещение импортных продуктов неразрывно связано с увеличением роли государства в научной и производственной сферах нефтега-

зового комплекса. Подчеркну – только государственное регулирование может быть базовой составляющей формирования всех мер, которые обеспечили бы нормальное функционирование экономики России, этапов ее инновационного развития, эффективное развитие всех секторов промышленности, возрождение прикладной науки, развитие кадрового потенциала. Выстроить, возродить серьезную базовую промышленность, создать новый инфраструктурный скелет народного хозяйства будущего у нас может только государство. Не инвесторы, не частный бизнес – только государственное вмешательство в экономические процессы. Частный бизнес – это потом, и то – на вспомогательных ролях.

Мы давно уже предлагаем правительству страны сформировать «Государственную программу воспроизводства сырьевой базы нефтедобычи на основе инновационного развития и внедрения современных методов увеличения нефтеотдачи», определить порядок контроля за ее реализацией, обеспечивающий прозрачность принимаемых решений и гармонизацию экономических интересов государства и недропользователей. А также создать единый государственный центр с функциями проведения всей инновационной политики в отрасли, в том числе и в НГК, внедрения новых технологий, государственного мониторинга выполнения научных и инвестиционных программ, оценки результатов принятых решений, законов для коррекции стратегии и тактики.

Более того, рискну утверждать, что нам следовало бы вернуть принципы планового хозяйствования. Любим здравым действиям, тем более в области возрождения активной промышленной политики должен предшествовать план, комплексный план действий, стратегических направлений. Такой подход (и опыт) нам – профессионалам – вообще-то известен: так действовали в свое время Госплан, Совет Министров нашей страны, отраслевые министерства. Одним словом, присутствие государства во всех сферах жизни промышленного производства, всех инфраструктур с ним связанных должно быть гораздо более качественным и более эффективным.

Для повышения эффективности решения насущных проблем и устранения препятствий на пути инновацион-

ного процесса, создания действенного баланса интересов государства и общества следует вернуться к функции государства планирующего. Сегодня весь мировой опыт подтверждает правоту этого тезиса: без централизованного планирования не достичь ни высоких темпов экономического роста, ни социальной гармонии в обществе. В качестве примера – наиболее успешные экономики имеют не только рыночные регуляторы, но и плановые установки: в Китае вместе с движением в сторону рынка экономика развивается по наметкам пятилетних планов, в Индии уже идет 12-я пятилетка. Мы, порушив плановый регулятор, уповаем лишь на один рынок, да и то, умудряясь криминализовать его и монополизировать. Потому и основательно проседаем в кризисы и в разы отстаем от чемпионов экономического роста.

Какие вопросы жизни нефтегазового комплекса наиболее остро требуют соответствующей государственной поддержки? В первую голову – вопросы стимулирования нефтесервиса и нефтегазового машиностроения. Следует понимать: конкуренция на мировом топливном рынке имеет сильнейший накал, и выжить в такой борьбе может только тот, у кого ниже производственные издержки. По этому показателю российская нефтянка всегда сильно отставала от своих зарубежных коллег. Вот так и получалось ранее, что наши производители и поставщики оборудования и услуг для нефтегазового сектора в целом по ряду причин работали значительно ниже своего потенциала. Крупнейшие госкомпании-монополисты нефтегазовой отрасли отдавали предпочтение зарубежным подрядчикам. В результате значительная часть рынка нефтегазового сервиса России принадлежала иностранным компаниям.

Без помощи государства угасание нефтесервиса неизбежно.

Значит, нужны в самое ближайшее время правительственные меры в отношении изменения в налогообложении и финансировании отечественных предприятий. Эти меры хорошо известны. Сейчас я бы добавил в качестве еще одной из мер создание с помощью правительства специализированных центров развития технологий и разработки нового оборудования для добычи углеводородов.

Нашей промышленности нужен здоровый протекционизм. Принятый, кстати, по всей Европе.

Уверен, что наши производители и поставщики оборудования и услуг для нефтегазового сектора, имея громадный опыт, способны при определенных условиях развивать локализацию производства, импортозамещение и

экспорт оборудования и услуг, успешно конкурировать с мировыми производителями в этой сфере. В России как-никак более 200 предприятий – производителей нефтегазового оборудования.

Еще один вопрос. Эффективность процесса замещения импортных продуктов неразрывно связана с двумя основополагающими составляющими: научной и кадровой. Инновационный вектор – это прежде всего возвращение отраслевой науки во главу производственных циклов, но я бы на первое место поставил человека, подготовку современно мыслящих кадров. Сегодня мы много говорим о будущей новой энергетике, новейших технологиях, нанотехнологиях, но слишком мало говорим о людях, способных воплотить смелые идеи и задачи, о профессионалах, в багаже которых не только нужные новые знания, соответствующие требованиям нового времени, но и опыт, способность конструктивно и смело смотреть на производственные процессы, инициативность... Вот откуда надо начинать.

Тут требуется иная стратегия развития: совершенствование системы образования, управления, инвестиции в развитие инфраструктуры, создание новых отраслей промышленности. Создание того, чего в настоящий момент нет. Для всего этого нужны совершенно по-новому мыслящие специалисты. А государству придется вести активную заинтересованную промышленную политику, даже скажу шире – вести активную экономическую политику. И приоритетно заняться, наконец, кадровой политикой. Надо заняться возрождением хорошего, что было у нас раньше, отбрасывая устаревшее и негодное, и добавлять современное звучание...

Сегодня на языке у всех термин «цифровая экономика». Однако надо иметь в виду, что цифра сама не будет бурить скважину, не будет строить трубопровод и т.д. Цифровая информация может помочь сделать более оптимальным процесс бурения скважины, в т.ч. состав бурового раствора, поможет составить более реальную гидродинамическую модель разработки месторождения. Но «черный ящик» может выдать только то, что в него вложили. Обратим свой взгляд на Запад – в Канаде, Англии, Норвегии молодой специалист, пришедший на предприятие с дипломом, выступает только в роли стажера 3-4 года... Пока его не обучат в отрасли на конкретном деле и только потом – аттестуют как реального инженера-буровика или технолога.

Очень остро проблема касается и подготовки рабочих кадров... Сегодня на дефицит квалифицированных рабочих кадров компании жалуются чаще, чем на все иные проблемы. Эксперты говорят, что только пятая часть из тех, кто получает среднее профессиональное образование, – квалифицированные рабочие. Между навыками выпускников колледжей и реальными потребностями работодателей отмечается колоссальный разрыв. Современные колледжи не выдерживают критики: их учебные программы не адекватны кадровым запросам промышленности – ни по количеству выпускаемых специалистов, ни по качеству образования.

Путь для решения этой проблемы один – государство должно поддерживать профессиональное образование в России – и материально, и морально. Следует вновь возродить идеологию возмещения (в хорошем смысле этого слова) рабочих профессий. Что-

бы у родителей и у самого молодого человека вновь появилась гордость за свою профессию токаря, наладчика, буровика... Вспомним, какие были замечательные конкурсы: «Мастер – золотые руки», «Лучший по профессии» и т.д.

Мы в Союзе нефтегазопромышленников давно уже предлагаем в условиях новых рисков России увеличить государственное финансирование в образовании! Заняться, наконец, инвестициями в человека, в его квалификацию. Государство должно создать такие условия, чтобы бизнес активнее занялся подготовкой рабочих: ввести налоговые льготы, предоставлять определенные преференции. А самим работодателям, по мнению экспертов, стоит активнее использовать механизм целевого обучения, при котором предприятие само договаривается с техникумами, колледжами об обучении учащегося по конкретной программе.

Подчеркиваю: присутствие государства во всех сферах жизни – и подготовки кадров, и промышленного производства, всех инфраструктур с ним связанных, – должно быть гораздо более качественным и более эффективным.

Что я бы отметил в заключение. Нам необходимо создать системную регуляторную политику, которая бы стимулировала недропользователей к разработке новых научных идей, новых технологий, строительству перерабатывающих мощностей, увеличению глубины переработки, развитию конкуренции на внутреннем рынке, проведению геологоразведочных работ и активной разработке новых месторождений. Именно такой комплексный и системный порядок станет одним из серьезных шагов на пути к оздоровлению нефтегазового сектора, да и в целом экономики России, на пути полного технологического суверенитета.

Что там говорить – наши нефте- и газопроводы, компрессорные станции, буровые, электростанции и линии электропередачи не Западом нам причесало, это прежде всего выражение дела высоких идей, высоких задач, высокой организации производства, высоких помыслов и творческой энергии, талантов исполнителей. Да я как-то уже отмечал, что вся прошлая героическая эпоха индустриализации страны в 30-х родилась и успешно реализовалась на фоне жесточайших санкций Запада... Так что, как это было в нашей истории, непобедимый дух нашего народа, мудрость нашего правительства (будем на это надеяться) помогут нам остаться Великой страной с Великим нефтегазовым комплексом! Так победим!



Г. И. Шмаль является почетным участником Международной конференции «Арктика: устойчивое развитие», выступая модератором сессий конференции

# Отечественная технология получения реактивного топлива

Авиационное топливо занимает в России место одного из самых перспективных и маргинальных нефтепродуктов во всем нефтегазовом секторе. Увеличение объема его выпуска в рамках современных реалий может значительно повлиять как на экономическую, так и на геополитическую ситуацию в РФ.



Освоение арктических территорий в современном многополярном мире приобретает одно из самых перспективных направлений развития для Российской Федерации. Президент РФ В. В. Путин 26 октября 2020 года подписал указ №645 об утверждении стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года.

Согласно данной стратегии, «Арктическая зона обеспечивает добычу более 80 процентов горючего природного газа и 17 процентов нефти (включая газовый конденсат) в Российской Федерации». По словам экспертов, континентальный шельф РФ в Арктике содержит более 85,1 трлн куб. метров горючего природного газа, а также 17,3 млрд тонн нефти (включая газовый конденсат) и является стратегическим резервом развития минерально-сырьевой базы РФ.

На Крайнем Севере дислоцирован стратегический военизированный контингент сухопутных и морских ядерных сил сдерживания в целях недопущения агрессии против РФ и ее союзников.

Столь важные объекты охраны государственного суверенитета должны быть оснащены современными технологиями, а инфраструктура их базирования будет улучшаться. Стратегия развития Арктической зоны подразу-

мекает оснащение Вооруженных сил России в Арктике современными моделями военной и специальной техники и сопутствующим вооружением, разработанными для применения и эксплуатации в суровых условиях Крайнего Севера.

В Арктической зоне, кроме военного контингента, проживает около 2,5 млн граждан РФ и функционирует большое количество предприятий горно- и нефтегазопромышленного сектора. Для обеспечения всех видов деятельности в данном регионе должным образом необходима бесперебойная транспортная логистика.

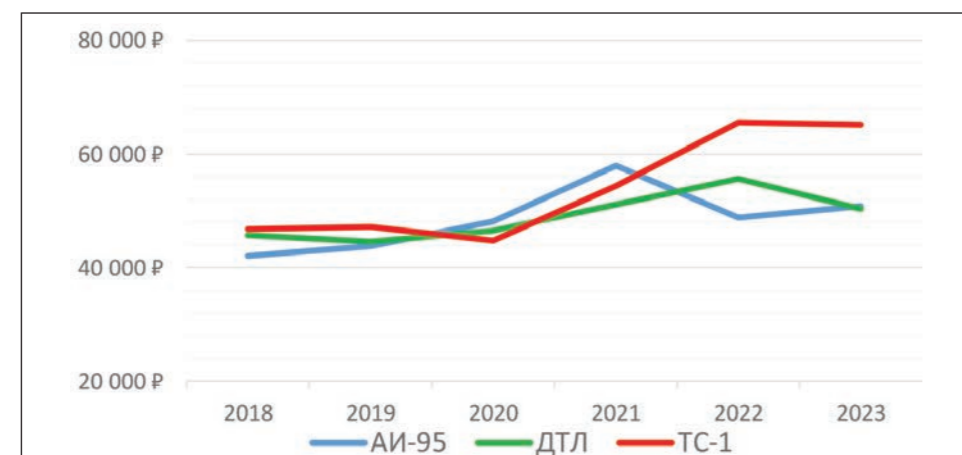


Рисунок 1. Маржинальность массовых нефтепродуктов на российском рынке за 2022 год

индивидуальном порядке. Согласно настоящему акцизному сборам на нефтепродукты, для реактивного топлива этот акциз на 2022 год составил 2800 руб./т. Этот показатель минимален в сравнении с другими лидирующими нефтепродуктами.

На рисунке 1 показана маргинальность самых массовых нефтепродуктов на российском рынке с учетом вычета акцизных сборов. Лидером графика является авиакеросин.

На сегодняшний день возможность увеличения объема производства реактивного топлива как никогда актуальна. Геополитическая ситуация в мире выстраивается напряженным образом. Процесс перестройки экономики РФ под нужды ведения военной кампании открыл много задач для отечественной нефтепереработки. Президент РФ В. В. Путин указал на необходимость в кратчайшие сроки нарастить объемы и сократить сроки производства предприятиями оборонно-промышленного комплекса, и увеличение выпуска реактивного топлива смогло бы стать отличным решением для поставленных задач.

Основная часть. Развитие отечественных производственных возможностей по выпуску реактивного топлива невозможно без современных технологий очистки.

Сера является постоянной частью сырой нефти. В сырой нефти сера содержится как в чистом виде, так и в виде сернистых соединений. В нефтепродуктах сера также существует в виде органических соединений сероводорода.

Сернистые соединения в прямогонных реактивных топливах представлены меркаптанами R-S-N, сульфидами R-S-R', дисульфидами R'-S-S-R, тиофенами и тиофанами. С увеличением температуры перегонки количество серосодержащих соединений увеличивается.

Меркаптаны – коррозионно-активные соединения, присутствие которых в реактивных топливах, согласно ГОСТ 10227-86 для топлива ТС-1, не должно превышать 0,005% (масс.). Их присутствие в реактивных топливах способствует образованию нагаров и



Рисунок 2. Блок ГДМ АВТ-3 предприятия ПАО «Славнефть-ЯНОС»

смолисто-лаковых отложений на деталях двигателя, осадка в топливных баках и резервуарах.

Для снижения содержания сернистых соединений в реактивном топливе предназначены несколько технологий: гидроочистка прямогонного керосина, гидродемеркаптанация (ГДМ) и окислительная демеркаптанация.

Несмотря на простоту, мягкие условия процесса окислительной гидродемеркаптанации, простое аппаратное оформление, данный процесс имеет существенные недостатки. Данная технология подразумевает создание системы из углеводородной и водно-щелочной фазы, которая требует разделения, что, в свою очередь, увеличивает количество аппаратов и ведет к образованию щелочных стоков, требующих соответствующей утилизации. Кроме этого, несмотря на осушку продукта, растворимая вода выпадает с образованием эмульсии после охлаждения в резервуарах и цистернах. Товар мутнеет, что приводит к претензиям со стороны потребителей. Именно поэтому данная технология не нашла своего применения в России, уступив место более простым, надежным и рациональным методам очистки.

гидроочистки, в ТС-1 превращается 99,9% прямогонного компонента. Иными словами, сырье почти полностью перерабатывается в готовый продукт при весьма низких энергозатратах.

В нефтепереработке в основе каждого гидропроцесса лежит взаимодействие с водородом – особо ценным элементом, без которого бы не осуществлялась очистка основных нефтепродуктов всей отрасли.

За основу процесса гидродемеркаптанации был взят процесс гидроочистки, но их отличием является то, что гидродемеркаптанация протекает при более мягких условиях и позволяет удалить из керосиновой фракции нежелательные нестойкие соединения, такие как меркаптаны, при этом сера в элементарном виде остается неизменной, что обеспечивает смазывающую способность реактивного топлива, поскольку если удалить серу полностью, появится необходимость в применении смазывающей присадки.

Реакция начинает протекать при температуре 150 °С. При повышении температуры до 250 °С содержание меркаптанов снижается до минимальной величины; обещанное давление в системе – на уровне 4–10 ати. Межрегенерационный пробег в течение 3 лет обеспечивается при очень низких расходах ВСГ (7–20 нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> сырья), что позволило разработать технологическую схему без применения циркулирующего компрессора. Был сделан вывод о целесообразности применения отработанных катализаторов гидроочистки, так как меркаптаны на них гидрировались удовлетворительно. Низкое давление давало возможность применения бывшего в употреблении оборудования, а удаление только меркаптановых соединений сохраняло смазывающую способность реактивного топлива.

Первоначально технология получения ТС-1 предусматривала гидроочистку прямогонного реактивного топлива. Данный способ был затратным и неэффективным, так как, во-первых, для удаления меркаптанов гидроочистке подвергалось топливо, уже соответствовавшее требованиям ГОСТа по показателю «содержание общей серы», то есть происходило то самое удаление смазывающего агента. Во-вторых, приходилось постоянно использовать блок гидроочистки дизельного топлива, что очевидно затратная мера.

Из данных таблицы 1 видно, на сколько пунктов гидродемеркаптанация выигрывает у гидроочистки. Исключением является показатель снижения содержания общей серы. Возвращаясь к особенностям этих процессов, хочется отметить, что перспектив у жесточения содержания общей серы в реактивном топливе не просматривается, поскольку для ТС-1 норма по ее содержанию составляет не более 0,2% мас., а в западном аналоге Jet A-1 этот показатель еще выше и составляет не более 0,3% мас. Оно и понятно, ведь реактивное топливо, сгорая на высоте, не скапливается в низинах городов, образуя при этом аналог озонового слоя.

Опыт эксплуатации блоков гидродемеркаптанации оказался крайне положительным. Гидроочистка позволяет получать топливо как ТС-1, так и РТ, но является дорогостоящей, энергоемкой, а для производства ТС-1 – явно избыточной, кроме этого, установки гидродемеркаптанации предусматривают перспективу переснащения в гидроочистку.

1) Имеется положительный опыт эксплуатации 3 промышленных установок в течение более 20 лет.

2) За 20 лет эксплуатации ОАО «Славнефть-ЯНОС» выявил узкие места технологии, обладает необходимыми знаниями для тиражирования.

Строительство дополнительных блоков ГДМ позволит удовлетворить растущие потребности страны в реактивном топливе с высокой эффективностью и минимальными затратами.

*Дмитрий Владимирович Борисанов,  
Начальник исследовательской  
лаборатории ПАО «Славнефть-ЯНОС»,  
доцент Казанского национального  
исследовательского технического  
университета*

*Андрей Николаевич Карпов,  
Инженер-технолог ООО «ЛУКОЙЛ-  
Нижегороднефтеоргсинтез»,  
аспирант Ярославского  
государственного технического  
университета*

Таблица 1. Техническое сравнение технологий очистки реактивного топлива для установки 100 т/ч

Показатель	Гидроочистка	Гидродемеркаптанация
Давление, ати	20–40	4–10
Температура, °С	200–350	180–240
Капитальные затраты	Высокие	20–25% от варианта ГО
Потребность в персонале	Необходимо набирать и обучать персонал	Достаточно операторов установки АВТ
Смазывающая присадка	Да	Нет
Опыт промышленной эксплуатации	Повсеместно	Более 20 лет (три блока в ОАО «Славнефть-ЯНОС») Блок 7 лет (один блок в ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез»)
Наличие оборудования для высокого давления, компрессоров, печей	Да	Нет
Время строительства	Более 1 года	Возможно за кап. ремонт

# АО «Уральская Сталь» – лидер на рынке черного металла

**АО «Уральская Сталь» – крупнейшее металлургическое предприятие в Уральском регионе, занимающее лидирующие позиции на рынке черного металла. Компания имеет более чем 70-летнюю историю. За это время предприятие завоевало признание партнеров и потребителей, укрепив свои позиции на отечественном и зарубежном рынках.**

АО «Уральская Сталь» – комбинат полного металлургического цикла с аглококсодоменным, сталеплавильным и прокатным производством. Предприятие – лидер производства мостовых сталей российского рынка, один из ведущих производителей штрипса, листового проката из высокопрочной, конструкционной, атмосферо- и коррозионностойкой стали, судостали, трубной, колесной и рельсовой литой заготовки, крупногабаритных литых изделий и чугуна. Вместе с АО «Загорский трубный завод» («ЗТЗ») предприятие входит в единый металлургический холдинг, предлагающий новые решения для современной промышленности.

Одним из ключевых факторов успеха комбината являются постоянное развитие и капитальные инвестиции в производство. Благодаря инвестированию в модернизацию завода, обновлению оборудования и повышению энергоэффективности производственных процессов предприятие значительно увеличило производительность и улучшило качество продукции, снизило нагрузку на окружающую среду и сделало свою продукцию более конкурентоспособной. На предприятии действует современное оборудование, позволяющее выпускать продукцию высокого качества, соответствующую международным стандартам.

В 2022 году Новотроицкий металлургический комбинат произвел 2,1 млн тонн чугуна и 1,5 млн тонн стали. Объем производимого листового проката ежегодно увеличивается, и по итогам 2022 года он составил порядка 900 тыс. тонн. В 2022 году АО «Уральская Сталь» увеличила объем производства мостостали на 45%.

Комплекс оборудования сталеплавильного и прокатного производств позволяет выпускать продукцию высочайшего качества, в том числе такие важнейшие для различных отраслей экономики изделия, как строительные конструкции и резервуары.

АО «Уральская Сталь» первым в России внедрило выплавку стали по FMF-технологии. Выплавка стали производится в двух уникальных 120-тонных модульных печах, которые могут работать в режиме электродуговой плавки и выплавлять сталь по конвертерному

способу производства, без использования электродов и потребления электроэнергии.

Предприятие производит штрипсовый прокат для электросварных труб, в том числе сталь коррозионностойких марок. Штрипс производят в основном по технологии контролируемой прокатки (в том числе с ускоренным охлаждением). Возможности толстолистового стана 2800 позволяют производить штрипсовый прокат толщиной от 8 до 30 мм, шириной от 1500 мм до 2500 мм. Освоено производство штрипсов классов прочности до K65 (X80).

Стан 2800 оснащен самым высокопроизводительным термическим участком в России – до 30 тыс. тонн в месяц, в том числе новой роликовой термической печью и роликовой закалочной машиной (дата ввода в эксплуатацию – 2018 год). Возможно проведение нормализации, закалки, высокого отпуска.

Освоен и массово производится прокат повышенной прочности по ГОСТ 19281, прокат для строительных конструкций по ГОСТ 27772, прокат для котлов и сосудов, работающих под давлением, по ГОСТ 5520. В данных нормативных документах содержатся требования к обеспечению необходимых свойств при температурах до –70 °С, и производимый комбинатом прокат соответствует этим требованиям.

АО «Уральская Сталь» – лидер в России по производству высококачественного проката для автомобильных и железнодорожных мостов. Прокат мостовых марок стали 10ХСНД и 15ХСНД производится в том числе и в «северном» исполнении. Разрабатываются и применяются новые марки стали: 12Г2СБД (С345), 12Г2СФБД (С390), 12Г2НДБ (С460).

На предприятии также была расширена линейка высокопрочных строительных марок стали, изготавливаемой по ГОСТ 27772: освоено производство проката стали класса прочности С590 в hladостойком исполнении. Эксклюзивной совместной разработкой АО «Уральская Сталь» и ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» является новая криогенная марка стали 0Н6ДМБ. Прокат из данной марки стали сохраняет требуемый уровень свойств при температурах до –196 °С, что позволяет применять его в конструкциях

криогенных аппаратов и резервуаров. Уникальность данной стали заключается в том, что при низком содержании никеля, составляющем 6%, применены система дополнительного микролегирования и специальные режимы термообработки, что обеспечивает стали 0Н6ДМБ более высокие прочностные свойства по сравнению с более дорогой сталью 0Н9 с содержанием никеля 9% при одинаковом со сталью 0Н9 уровне вязких свойств. Исследования проката из стали 0Н6ДМБ показали, что после сварки не требуется производить отжиг сварочных швов, и это выгодно отличает данную инновационную сталь от зарубежных аналогов.

Отдельно стоит отметить, что с 2022 года АО «Уральская Сталь» проводит активную работу по производству биметаллического проката. Двухслойный прокат (или биметалл) состоит из основного слоя из низколегированной стали и плакирующего слоя из нержавеющей стали. Изготовление конструкций из биметалла позволяет получать экономию по сравнению с изготовлением конструкций, выполненных целиком из нержавеющей стали. В тесном сотрудничестве с АО «ЗТЗ» разрабатывается технология производства биметаллических труб из проката АО «Уральская Сталь».

Металл, произведенный АО «Уральская Сталь», в 2022 году использовался при строительстве 1080-метрового пограничного моста через реку Амур. Мостовой переход связал российский город Благовещенск с китайским городом Хэйхэ. Также в 2022 году введен в эксплуатацию виадук высотой 40 м и длиной 1300 м на участке Агрыз – Дружинино Горьковской железной дороги. Эти объекты построены из уникальной атмосферостойкой стали 14ХГНДЦ, производимой АО «Уральская Сталь». Конструкции из данной стали не требуют окраски в течение всего срока эксплуатации, что будет востребовано в отдаленных арктических регионах нашей страны. Зарубежный бренд атмосферостойкой стали легируется фосфором, и это значительно снижает его хладостойкость, а в атмосферостойкой стали 14ХГНДЦ, производимой АО «Уральская Сталь», применена более прогрессивная система легирования, поэтому металл

сохраняет требуемый комплекс свойств при температурах до –70 °С.

Из нашего проката изготовлено множество современных сооружений: стадион «Открытие Арена» (г. Москва), терминал аэропорта Внуково (г. Москва), «Лакта Центр» (г. Санкт-Петербург), стадион «Зенит Арена» (г. Санкт-Петербург), конструкции для Западного скоростного диаметра (г. Москва), судостроительный комплекс на территории ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» (г. Санкт-Петербург).

АО «Уральская Сталь» – постоянный участник ежегодной крупнейшей промышленной выставки «Металл-Экспо». Предприятие было неоднократно отмечено медалями высшей пробы за разработки новых видов проката: штрипсовых, мостовых и криогенных марок стали. Медали были вручены за разработку и освоение производства криогенных марок стали 0Н6 и 0Н6ДМБ, а также биметаллического (двухслойного) проката.

Уральские металлурги традиционно славятся высоким качеством своей продукции, и сейчас наш комбинат представляет ряд новых разработок, которые будут востребованы при возведении объектов инфраструктуры в арктических регионах России. Предприятие является крупнейшим производителем и поставщиком высококачественной стали для российского рынка. В последние годы многие знаковые объекты в России были построены с использованием нашей стали, что подтверждает высокое качество продукции и надежность поставок.

АО «Уральская Сталь» – надежный и открытый производитель качественного металлопроката. Предприятие всегда выполняет контрактные обязательства перед всеми российскими и зарубежными потребителями продукции.



**АО «Уральская Сталь»**  
Адрес: 462353, Российская Федерация, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Заводская, д. 1.  
Тел. +7 (3537) 66-21-53.  
Факс +7 (3537) 66-27-89.  
<https://uralsteel.com/>  
E-mail: [info@uralsteel.com](mailto:info@uralsteel.com)



## ЛИСТОВОЙ ПРОКАТ

Листы толщиной 8–50 мм, шириной 1500–2500 мм, 5000–12000 мм.

Около 1 млн тонн в год металлопродукта повышенных качественных характеристик для мосто- и судостроения, производства сварных труб большого диаметра, строительных конструкций.

- Сталь для мостостроения
- Конструкционная сталь
- Котельная сталь
- Строительная сталь
- Сталь для судостроения
- Трубная сталь (штрипс)
- Коррозионностойкая сталь
- Криогенная сталь
- Атмосферостойкая сталь
- Огнестойкая сталь

## ЛИТЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Уральская Сталь выпускает порядка 10 тыс. тонн в год износоустойчивых литых изделий широкого ассортимента.

- Малогабаритные литые изделия

Производятся из стали, выплавленной в дуговой электропечи емкостью 6 тонн, разлитой в формы, приготовленные из холодно-твердеющих смесей.

- Крупногабаритные литые изделия

Изготавливаются из выплавленной в 125-тонной дуговой электропечи стали, прошедшей внепечную обработку и вакуумирование.

462353, Российская Федерация, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Заводская, д. 1  
Тел.: +7 (3537) 66-21-53.  
Факс: +7 (3537) 66-27-89.  
<https://uralsteel.com/>  
E-mail: [info@uralsteel.com](mailto:info@uralsteel.com)

Коммерческая дирекция  
Телефон: +7 (3537) 66-20-86



# Подходы к управлению проектами модернизации коммунальной инфраструктуры Арктики и Дальнего Востока

**В новых экономических условиях северные и восточные изолированные и труднодоступные территории нуждаются в особом подходе к модернизации энергетической инфраструктуры. Сегодня, по всеобщему признанию, этот процесс идет очень медленно. Из-за роста цен и необходимости импортозамещения продолжать его будет еще сложнее, чем прежде. Многие объекты теплоэнергетики в Арктике и на Дальнем Востоке сильно изношены, а использование распространенного дизельного топлива, мазута, угля на существующих мощностях неэффективно.**



Устаревшие системы освещения, применяемые в уличном освещении и на многих производственных объектах, потребляют большое количество энергии. Модернизация системы освещения позволяет заменить устаревшие и энергоемкие источники света на более эффективные и энергосберегающие, такие как светодиодные светильники (LED), что совместно с внедрением интеллектуальной системы управления и учета приводит к снижению потребления электроэнергии и помогает сократить затраты на электричество. Нужны взвешенные, простые и недорогие решения, обеспечиваю-

щие в течение срока службы оборудования надежность и экономичность. Общепринято, что эффективность технических решений базируется на принципе комплексного подхода, определяющего необходимость учета всех возможных затрат и ресурсов, а также все возникающие результаты и последствия создания нового объекта. Придерживаться такого принципа целесообразно на всех уровнях управления проектом. Будь то новое строительство источников теплоснабжения, модернизация систем освещения либо систем водоснабжения, соблюдение

данного принципа обеспечивается набором понятных для заказчика и исполнителя действий уже перед началом проектно-исследовательских работ. ООО «ВЭСКК» специализируется на реализации проектов, связанных с новым строительством и техническим перевооружением объектов коммунальной инфраструктуры: котельных, тепловых сетей, систем водоснабжения, уличного и наружного освещения объектов различного назначения. Мы являемся сторонниками принципа комплексного подхода не только в отношении выполнения работ под ключ, но и в более широ-

ком смысле. Так, максимальное содействие заказчику в выборе оборудования необходимо в отношении котельных, в принятии решений по реконструкции теплосетей, в детальной проработке исполнения объекта с учетом требований норм и правил, в планировании оптимальной этапности работ. Особенно это актуально, когда речь идет об отдаленных регионах с большой долей накладных расходов, высокой стоимостью инженерно-исследовательских и общестроительных работ.

В рамках комплекса мероприятий по строительству новых источников теплоснабжения подготовительный этап является ключевым. Он заключается в предпроектном обследовании системы теплоснабжения с выработкой оптимальных для заказчика технических решений. Этап включает в себя сбор сведений о состоянии системы теплоснабжения, проводится техническое обследование. На основании собранной информации выполняется расчет потребности в тепле и топливе, описание тепломеханической части будущей котельной, производится подбор оборудования, решаются вопросы по выбору земельного участка. Фактически результатом выполнения подготовительной работы является гарантия для заказчика в том, что в процессе проектных и строительно-монтажных работ не возникнет необходимости вносить изменения в техническое задание либо прошедшую экспертизу проектную документацию после контракта.

Подробнее остановимся на проектах по модернизации системы освещения. Реализация проекта по модернизации системы освещения начинается с аудита существующей

системы освещения. На данном этапе происходит выявление потребностей заказчика и основных проблем. Следующим этапом является техническое обследование объекта, которое включает в себя определение количества, мощности и типов осветительных приборов с нанесением на цифровую карту. Кроме того, наши специалисты определяют типы линий освещения, состояние опор и кронштейнов, наличие совместных подвесов, субабонентов и иных подключений, количество и тип трансформаторных подстанций с принадлежностью линий освещения, системы управления, замеры токов. Уже на данном этапе аудит позволяет выявить и решить возможные проблемы, такие как незаконные подключения и утечки тока.

После проведения аудита специалисты компании готовят варианты технических решений, а также механизмы реализации энергосберегающих мероприятий: энергосервисный договор, контракт жизненного цикла, концессионное соглашение, расщотка и т.д.

Важным шагом в процессе модернизации системы освещения является обучение персонала заказчика. Специалисты проводят обучение по работе с системой управления

освещением, чтобы обеспечить эффективное использование новой системы. Также создается резерв для оперативной замены установленного оборудования в случае выхода из строя. Модернизация системы освещения – важный шаг для улучшения комфорта и безопасности внутри и вокруг объектов. Она позволяет не только снизить энергопотребление, но и создать более современную и эффективную систему освещения.

Управление проектом на стадии предпроектных работ в части планирования всех материальных и людских ресурсов будущего строительства или технического перевооружения должно осуществляться на основе диверсификации ключевых привлекаемых ресурсов для реализации всего проекта. Такой подход, по нашему мнению, обусловлен необходимостью оценки и хеджирования рисков возможной замены оборудования, ограничениями производителей оборудования, недостаточностью ресурсов подрядчиков и иными форс-мажорными обстоятельствами. В конечном итоге финансовая и производственная модель проекта имеет заданный диапазон регулирования, который позволяет гибко и оперативно принимать решения на любой из последующих стадий.

Так, на примере Еврейской автономной области нами отработывается масштабный кейс по реанимации регионального проекта модернизации систем теплоснабжения (72 котельных) в 26 населенных пунктах области. Подобрано оборудование нескольких производителей с учетом заданных ограничений по производственным мощностям. Формируется график производства котельных и строительно-монтажных работ. Столь масштабный проект интересен нам в качестве наработки типовых процессов его управления в условиях ограничений, присущих регионам Арктики и Дальнего Востока.

ООО «ВЭСКК» обладает штатом квалифицированных специалистов, сотрудничает только с надежными проектными организациями, подрядчиками и поставщиками оборудования. Все предпроектные работы с выработкой технических решений выполняются нами исключительно за наш счет, результаты работ предварительно обсуждаются с заказчиками до этапа проведения проектно-исследовательских работ. ООО «ВЭСКК» обладает достаточной финансовой надежностью как для обеспечения исполнения обязательств по договорам, так и для

выполнения гарантийных обязательств.

Нашим ключевым партнером в части инжиниринга является ООО «ЭНТРОСОС» – ведущий производитель жаротрубных котлов и сопутствующего котельного оборудования в России, с которым в настоящее время реализуются проекты по строительству котельных и тепловых сетей в Тверской области, Республике Коми. В существующих реалиях необходимости импортозамещения мы готовы к партнерству с отечественными производителями котлов и блочно-модульных котельных, трубной продукции, насосов, автоматики, светотехнического оборудования.

Мы готовы сотрудничать на условиях энергосервисного контракта для реализации проектов по освещению, контракта жизненного цикла и подряда для нового строительства и технического перевооружения систем теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения. Нашими заказчиками могут выступать собственники и эксплуатирующие организации коммунальной инфраструктуры всех форм собственности, предприятия и организации, производственные мощности которых нуждаются в модернизации.

**ВЭСКК**

## Комплексные решения для модернизации объектов коммунальной инфраструктуры

г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 45, лит. А  
+7 (812) 507-81-31  
mail@veskk.ru

обследование - проектирование - монтаж  
инвестиций - ГЧП

# Дальний Восток, Арктика: интеграция идей, целей и действий

VIII Восточный экономический форум в этом году отметит свое десятилетие, что дает предпосылку к подведению итогов работы Форума и развития Дальнего Востока за этот период. В 2013 году на старте Форума Президент РФ В. В. Путин определил развитие Дальнего Востока национальным приоритетом на весь XXI век.



**Анатолий Николаевич Николаев,**  
ректор Северо-Восточного  
федерального университета  
им. М. К. Амосова, д.б.н.,  
действительный член Академии  
наук Республики Саха (Якутия),  
народный депутат РС (Я)



**Александр Андреевич Кугаевский,**  
заместитель ректора Северо-  
Восточного федерального  
университета им. М. К. Амосова,  
к.э.н., член-корреспондент  
Российской инженерной академии,  
заместитель Председателя  
Общественного совета Арктической  
зоны РФ

Сегодня настало время формировать новую стратегическую парадигму, определить цели и направления дальнейшего развития Дальнего Востока, а также новые формы международного сотрудничества со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, сосредоточить внимание на геостратегических изменениях, на согласованности действий федеральных и региональных органов власти, научных организаций и бизнеса. Санкционная интервенция консолидированного Запада актуализировала внимание к природно-ресурсной базе не только дальневосточных, но и арктических районов. На IV ВЭФ В. В. Путин, говоря об интеграции регионов, пояснил, что «такая интеграция должна опираться на серьезные совместные проекты, которые будут буквально сшивать наше экономическое пространство». Речь шла в первую очередь о транспорте, энергетике и цифровых технологиях на Дальнем Востоке и в международном сотрудничестве.

В последние годы уже резко выросли экспортные потоки углеводородного сырья в страны АТР. В этой связи

меняется система предпочтений в построении конфигурации глобальной сети магистральных путей сообщений. Территория Дальнего Востока и российской Арктики становятся эпицентром транспортного строительства, включая Северный морской путь, а также более растущий интерес к сухопутным путям сообщений. Уже даны поручения по разработке Северного широтного хода, названы новые выходы железнодорожной сети на СМП – порт Инта, новый переход через Амур Тынды – Джалинда – Мохе (КНР), развитие порта Диксон, железная дорога Якутск – Магадан. Тут должен состояться обстоятельный разговор об оптимизации формирования единой магистральной транспортной сети на всем полигоне Дальнего Востока и Арктики с учетом интересов каждого мегарегиона.

Наряду с решением задач развития опорной транспортной сети также остро стоят вопросы доставки грузов и пассажиров до конечных пунктов, развития локальных сетей и видов транспорта, обеспечивающих перевозку. Это тоже задача государствен-

ного уровня, т.к. требует создания техники серийного производства, адаптированной к экстремальным условиям эксплуатации. Есть ряд интересных образцов вездеходов, все больше внимания привлекают разработки беспилотной техники. И тут тоже нужны согласованные обоснования и действия, чтобы эти проекты надежно и эффективно вошли в обеспечение жизнестойкости отдаленных районов.

Надо также отметить, что немислимо заниматься стратегическим планированием, не имея ясного представления о прогнозе и четком стратегическом плане научно-технологического развития производительных сил на основе интеграции новых идей и инноваций в тесной привязке к конкретным условиям, ресурсным возможностям, экологическим ограничениям. В различных регионах страны актуальны разные технологические новации. Например, насколько высока эффективность солнечной энергетики в регионах полярной ночи или водородная энергетика в районах, где доставка топливно-энергетических ресурсов длится 2–2,5 года со многими задержками в пути. Подобные факторы определяют и уточняют стратегические направления технологического развития разных территорий. В частности, в районах, которые теперь относят к территориям северного завоза, естественные природные условия диктуют свои оригинальные подходы. В энергосистеме Дальнего Востока появилась атомная составляющая: плавающая АЭС на Чукотке, началось сооружение АЭС ММ в Якутии. Но есть еще одно крайне важное направление – это проект малых атомных электро-теплогенерирующих станций (проект АТСТ «Елена АМ» НИЦ «Курчатовский институт») для огромного «созвездия» сети децентрализованных энергоисточников. Только в Якутии такая сеть составляет около 150 дизельных электростанций, без учета дизельной генерации промышленных предприятий. В Якутии для дизельной энергетики и транспорта завозится около 2 млн тонн нефтепродуктов. На их приобретение, транспорт и хранение тратятся десятки миллиардов рублей. Технология выработки электрической и тепловой энергии АТСТ – это

реальное решение проблемы северного завоза для всего Севера и Дальнего Востока. Площадка ВЭФ – наиболее удобное место для формулирования наиболее актуальных направлений научно-технологического развития, для выработки важных решений и рекомендаций с участием основных разработчиков федеральной программы технологического развития Арктики и заинтересованных промышленных партнеров.

Развитие дальневосточной науки в контексте новой парадигмы стратегии развития производительных сил Востока России также целесообразно реализовать в форме интеграции и согласования научно-исследовательских программ. Учитывая современные геополитические вызовы, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Амосова выстраивает модель международного научно-образовательного сотрудничества «Арктика – Азия» путем создания научных связей с ведущими научными и образовательными организациями Российской Федерации и стран Арктического и Азиатско-Тихоокеанского регионов. Северо-Восточный федеральный университет вместе с Международной организацией северных регионов «Северный Форум» выступили инициаторами создания Российско-Азиатского консорциума арктических исследований (РАКАИ). Проблематику научно-технологического развития, обсуждение проблем обеспечения связности территорий Дальнего Востока с азиатскими странами с участием ученых дружественных азиатских стран уместно проводить на площадках ВЭФ на постоянной основе.

Безусловно будущая Стратегия социально-экономического развития и перспективные научно-технологические программы потребуют качественно нового подхода к подготовке кадров, способных реализовать новые задачи и достичь намеченные цели. СВФУ намерен стать базой подготовки кадров для экстремальных условий Севера и Арктики, разработки адаптированных материалов, технологий и техники, используя в том числе научный и организационный потенциал РАКАИ.



## ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук 105 лет



194021, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26  
post@mail.ioffe.ru · www.ioffe.ru



# Отечественные разработки высокоэффективных микрогазотурбинных энергоустановок

Современные паргазовые установки (ПГУ) большой мощности являются наиболее совершенными устройствами преобразования химической энергии органического топлива в электричество. Топливная эффективность (КПД) мощных ПГУ последних поколений превышает 62%, однако в энергетике в основном эксплуатируются установки с КПД 58...60%. Высокая эффективность достигается увеличением агрегатной мощности генерирующего оборудования (более 300 МВт в одном газотурбинном двигателе (ГТД)).

Мощные ПГУ находят эффективное применение в крупных энергосистемах в составе объединенных энергетических систем, обеспечивающих возможность энергоснабжения потребителей по протяженным разветвленным электрическим сетям высокого, среднего и низкого напряжения с охватом больших территорий.

Вместе с тем централизованное энергоснабжение на базе электростанций большой мощности оказывается эффективным лишь в случае превышения некоего предельного значения удельного энергопотребления в расчете на единицу площади территории, где расположены потребители. При низких плотностях энергопотребления эффективность использования крупных энергоустановок снижается в связи со значительными потерями энергии в электрических сетях и на преобразующих устройствах.

Кроме того, в условиях рассредоточения потребителей на значительных территориях непомерно возрастают капитальные затраты на обустройство электрических сетей. В условиях России такая ситуация характерна для многих развивающихся удаленных от централизованных систем энергоснабжения районов, где развитие малой распределенной генерации (МРГ) становится более экономически целесообразным, чем централизованной.

Сегодня МРГ базируется преимущественно на дизельных электрогенераторах единичной мощностью от 30 кВт до 3 МВт, потребляющих дизельное топливо и имеющих КПД на уровне 35-40%. Дизельные энергоустановки обеспечивают энергоснабжение потребителей в Арктике, на Дальнем Востоке и в других отдаленных районах страны.

Вместе с тем им присущи существенные недостатки:

- частая периодичность технического обслуживания (ТО) – через каждые 250-350 часов эксплуатации (замена масла, фильтров и т.п.);
- значительное повышение удельного расхода топлива при отклонении мощности более 20% от номинальной, что существенно снижает интегральный КПД энергоустановки;
- монотопливность или возможность работы только на дизельном топливе.

В последнее время на основе использования современных научно-технических достижений в ряде ведущих стран мира ведутся разработки и находят все более широкое практическое применение в МРГ микрогазотурбинные энергоустановки (МГТУ), которые потенциально обладают характеристиками, обеспечивающими их высокую конкурентоспособность по отношению к дизель-генераторам, и отвечают требованиям использования в распределенных сетях генерации.

МГТУ мощностью от нескольких десятков кВт до нескольких сотен кВт, реализованные на простом термодинамическом цикле Брайтона, в отличие от используемых в ПГУ крупных ГТУ, из-за невозможности достижения высокой степени совершенства газодинамики проточных частей, термодинамической и кинематической схемы установки не могут обеспечить высокий КПД преобразования энергии.

Так, отечественные и зарубежные МГТУ с ГТД «простого» цикла имеют КПД не более 15%. Однако, как показывал анализ (см. Косой А. С., Попель О. С., Бесчастных В. Н., Зейгарник Ю. А., Синкевич М. В. Газотурбинные установки малой мощности в энергетике: пути повышения эффективности и масштабов внедрения // Теплоэнергетика. 2017. № 10. С. 25-32), существует множество резервов увеличения эффективности МГТУ, связанных с совершенствованием термодинамических, механических, электро-механических и электронных процессов преобразования энергии.

Прежде всего оно может быть обеспечено путем использования регенеративного цикла Брайтона, в котором реализуется внутрицикловая рекуперация тепла.

На рис. 1 приведена тепловая схема термодинамического цикла МГТУ с рекуперацией тепла газов, выходящих за турбиной. Атмосферный воздух поступает на вход компрессора, сжимается в нем и подается на вход рекуператора, где нагревается теплом газов, выходящих из турбины. Подогретый воздух поступает в камеру сгорания, куда подается также топливо. В результате сгорания топлива температура рабочего тела за камерой сгорания повышается. Горячий

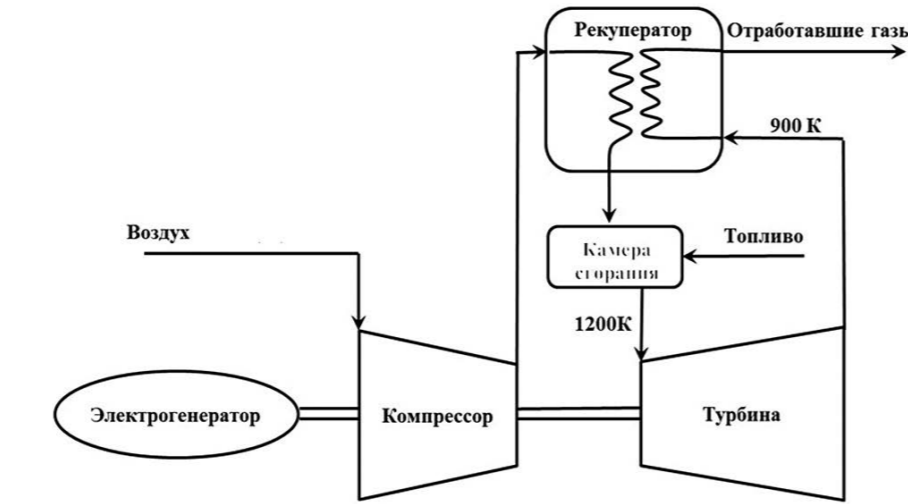


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема рекуперативного ГТД

газ из камеры сгорания поступает в сопловой аппарат турбины, разгоняется и направляется в рабочее колесо турбины. В рабочем колесе турбины газ совершает работу, необходимую для привода компрессора и электрогенератора.

У большинства МГТУ конструктивная схема одновальная. Компрессор – одноступенчатый центробежный. В отличие от ГТУ большой мощности, охлаждение деталей проточной части, обеспечивающее возможность увеличения начальной температуры рабочего тела в двигателях малой мощности, технически нереализуемо. Рост начальной температуры обеспечивается целиком за счет применения жаропрочных материалов. Для современных широко распространенных материалов приемлемы температуры 1200 К перед турбиной и 900 К за турбиной.

В идеальном рекуперативном цикле при ограничениях на температуру рабочего тела (1200 К перед турбиной и 900 К за турбиной) и стандартной температуре атмосферного воздуха (288 К) предельный достижимый КПД составляет 68%. Имеющиеся ограничения эффективности агрегатов ГТД снижают это значение. Так, тепловая эффективность МГТУ С-30 фирмы Capstone мощностью 30 кВт при адиабатическом КПД компрессора 0,77, адиабатическом КПД турбины 0,87, суммарных потерях полного давления 12% и степени рекуперации 0,87 составляет 35%.

Необходимо отметить, что существенное снижение КПД МГТУ происходит

также в процессе преобразования и передачи энергии (подшипники, электрогенератор, выпрямитель, инвертор, трансформатор). На таких преобразованиях, по экспертной оценке, МГТУ С-30 теряет еще около 8% КПД.

Таким образом, практически один из лучших зарубежных образцов МГТУ С-30 имеет КПД 28%, что уступает эффективности установок аналогичной мощности с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Однако при возможном повышении экономичности таких машин уже на 5...8% преимущества газотурбинных агрегатов перед ДВС становятся неоспоримыми.

К этим преимуществам относятся:

- отсутствие необходимости в постоянном техническом обслуживании. Это достигается путем использования высокооборотных (до 100 тыс. оборотов в минуту) газовых турбин на воздушных подшипниках, что позволяет избавиться от масляных систем;
- возможность сохранения низкого удельного потребления топлива в широком диапазоне изменения мощности в результате использования современных интеллектуальных электротехнических систем преобразования электрической энергии;
- возможность создания политопливных энергоустановок, работающих как на дизельном топливе, так и на природном газе, СПГ и других видах топлива;
- относительно небольшие масса и габариты;

- более надежный запуск в холодных условиях;
- низкий шум и вибрации.

Учитывая эти обстоятельства, ПАО «НПО «Алмаз» совместно с Объединенным институтом высоких температур РАН приступили к реализации проекта создания ключевых технологий, обеспечивающих возможность отечественной промышленности осуществлять выпуск высокоэффективных энергетических МГТУ. Совместное решение ОИВТ РАН и ПАО «НПО «Алмаз» опирается на постановление Правительства РФ по опережающему развитию Арктической зоны и других удаленных районов России, выполнение которых невозможно без создания в этих районах эффективной энергетической инфраструктуры, базирующейся на развитии малой распределенной энергетики, основой которой могут стать МГТУ нового поколения.

Разработка технологий осуществляется в следующих направлениях:

- высокотемпературные газовые теплообменники;
- высокоэффективные лопаточные машины;
- высокооборотные турбогенераторы;
- эффективные системы управления и преобразования электрической энергии (САУ и СПЭ);
- высокотемпературные лепестковые газодинамические подшипники (ЛГДП).

В обеспечение проведения НИОКР по данным направлениям в ОИВТ РАН созданы специальные научно-технологические стенды. Так, для отработки компрессоров и турбин с целью повышения их эффективности разработан уникальный стенд физического газодинамического эксперимента (Стенд физического газодинамического эксперимента (ФГДЭ)) // Интернет-ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=xrCkgr1BJTQ>.

Стенд предназначен для проведения испытаний макетов центробежных компрессорных ступеней и радиальных турбинных ступеней в модельных условиях. Организация испытаний при низких (криогенных) температуре и давлении обеспечивает возможность использования макетов из полимеров и металлов, полученных при помощи аддитивных технологий, что значительно сокращает время получения характеристик испытываемого объекта и снижает стоимость работ.

Для оснащения стенда разработан и изготовлен специальный контейнер датчиков давления, который позволяет проводить измерения давления в большом количестве точек в исследуемом объекте, с возможностью самодиагностики и калибровки датчиков в процессе проведения испытаний.

Для отработки ЛГДП изготовлены подшипниковый и роторный стенды (рис. 2). Подшипниковый стенд снабжен устройством нагрева подшипника в обеспече-

ние отработки высокотемпературных антифрикционных покрытий.

Для исследований высокотемпературных теплообменников разработан стенд рекуператоров (рис. 3).

Стенд позволяет моделировать натурные условия по теплоносителям с помощью внешнего компрессора и электрического нагревателя и определять тепловые и газодинамические характеристики теплообменников.

Имеются также стенды для отработки высокооборотных турбогенераторов, САУ, системы преобразования энергии, МГТУ, топливной и других вспомогательных систем (рис. 4). Уникальность созданных стендов подтверждается полученными патентами.

В настоящее время создана и доведена до промышленного внедрения не имеющая аналогов технология изготовления пластинчатых теплообменников для МГТУ мощностью 30 кВт, которая обеспечивает высокие характеристики рекуператора. Инновационные технологические решения защищены десятками патентов.

В сотрудничестве с отечественной компанией ООО «Моделирование и инжиниринг» (г. Брянск), создателем антифрикционных покрытий, разработана технология нанесения прецизионных высокотемпературных покрытий на гибких пластинах лепестковых газодинамических подшипников. Успешно отработано использование покрытия с работоспособностью до 600 °С, ведутся работы по повышению данной температуры.

Проводимые в ОИВТ РАН испытания на подшипниковом стенде в режиме «пуск-останов» показывают перспективность данных разработок. Помимо теплостойкости, к особенностям и достоинствам новых покрытий необходимо отнести также их коррозионную стойкость, низкий коэффициент трения, высокую износостойкость при пусках, остановках и кратковременных высокоскоростных контактах, технологичность при нанесении композиции и экологическую безопасность.

Прогнозируемые сроки службы лепестковых газодинамических подшипников с новыми покрытиями исчисляются сотнями тысяч часов.

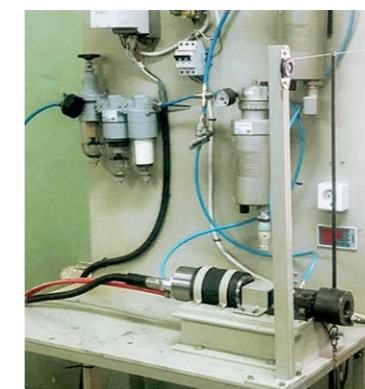


Рис. 2. Стенд для исследований работы ЛГДП



Рис. 3. Монтаж стенда рекуператоров



Рис. 4. Тепломеханический блок МГТУ на испытательном стенде

Наиболее важное требование к энергетическим установкам, эксплуатируемым в труднодоступных регионах, – обеспечение длительной работы в автономном режиме без обслуживающего персонала. Новое поколение МГТУ будет способно работать автономно на объекте без постоянного присутствия персонала и нуждаться в обслуживании не чаще одного раза в год.

К числу ключевых технологий, необходимых для решения этих задач, следует отнести:

- векторные системы преобразования энергии, обеспечивающие все режимы работы МГТУ;
- высокооборотные электрические машины с роторами на постоянных магнитах.

Учитывая перспективность развития малой энергетики и необходимость обеспечения импортозамещения генерирующего оборудования отечественной промышленностью, АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» поддержал инновационный проект ПАО «НПО Алмаз» – ОИВТ РАН по созданию высокоэффективной МГТУ мощностью 30 кВт, с расширением номенклатуры мощностного ряда до 200 кВт.

АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» выступил инициатором разработки комплексного научно-технического проекта полного инновационного цикла «Разработка критических технологий высокоэффективных политопливных микрогазотурбинных энергоустановок мощностью до 600 °С, ведутся работы по повышению данной температуры.

Прогнозируемые сроки службы лепестковых газодинамических подшипников с новыми покрытиями исчисляются сотнями тысяч часов.

В результате выполнения комплексного проекта будет создан комплекс кри-

тических узлов для высокоэффективных энергетических МГТУ с освоением серийного выпуска отечественных конкурентоспособных МГТУ мощностью 30 кВт и выполнено строительство опытно-промышленной полигон-электростанции мощностью 60 кВт. Будет разработана новая методология проектирования перспективного энергетического оборудования, предусматривающая активное использование отечественных инновационных технологий, в частности суперкомпьютерного оптимизационного моделирования, сквозной газодинамической доводки, аддитивных технологий, систем автоматизированного проектирования, а также сформирована база данных наилучших конструкторских, технологических и цифровых решений для создания эффективного, надежного энергетического оборудования и систем автономного энергоснабжения нового поколения, разработаны программы управления кластерами МГТУ в составе электростанции. Будут выполнены аванпроекты МГТУ мощностью 8, 100 и 200 кВт с КПД 0,30-0,42, что находится на уровне лучших поршневых машин.

Повышение общей топливной эффективности может быть обеспечено не только повышением КПД самих МГТУ, но и использованием современных технологий интегрирования топливных энергоустановок с установками на возобновляемых источниках энергии и накопителями энергии с применением интеллектуальных систем автоматического управления.

Планируемые сроки выполнения проекта – 2023-2027 годы.

*Д.т.н., заведующий отделом проблем теплоэнергетики ОИВТ РАН Александр Семёнович Косой*

*К.т.н., главный конструктор Научно-производственного центра «Системы автономного энергоснабжения» отдельного конструкторского бюро «Лианозовский электромеханический завод» ПАО «НПО «Алмаз» Владимир Николаевич Бесчастных*

*Д.т.н., главный научный сотрудник ОИВТ РАН Олег Сергеевич Попель*

# ТЭЦ без выхлопа CO<sub>2</sub> в атмосферу

Наша страна, как и большинство ведущих зарубежных стран, все больше внимания уделяет борьбе с антропогенными выбросами в атмосферу парниковых газов, в том числе CO<sub>2</sub>. Один из основных источников выбросов углекислого газа связан с производством электрической и тепловой энергии. Несмотря на большие усилия, направленные на развитие технологий возобновляемых источников энергии, органическое топливо еще долго будет доминировать в энергетике. Поэтому улавливание CO<sub>2</sub>, образовавшегося при сгорании органического топлива, приобретает особую значимость.

Эта тематика стала приоритетной в работе Совета по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирования новых источников, способов транспортировки и хранения энергии», который возглавляет академик Сергей Петрович Филиппов, директор Института энергетических исследований РАН. На одном из последних заседаний Советом рассмотрена и поддержана заявка на комплексный научно-технический проект полного инновационного цикла (КНТП) «Создание бескомпрессорной парогазовой установки с внутрицикловым улавливанием CO<sub>2</sub> в жидкой фазе (ТЭЦ без выбросов)», нацеленный на разработку и промышленное освоение новой экономически доступной технологии производства электроэнергии, со значительным уменьшением выбросов парниковых газов в атмосферу. КНТП предполагает создание первой в России энергетической установки мощностью 60 МВт на сверхкритическом диоксиде углерода.



Принципиальная схема энерготехнологического комплекса с бескомпрессорной ПГУ для шахт

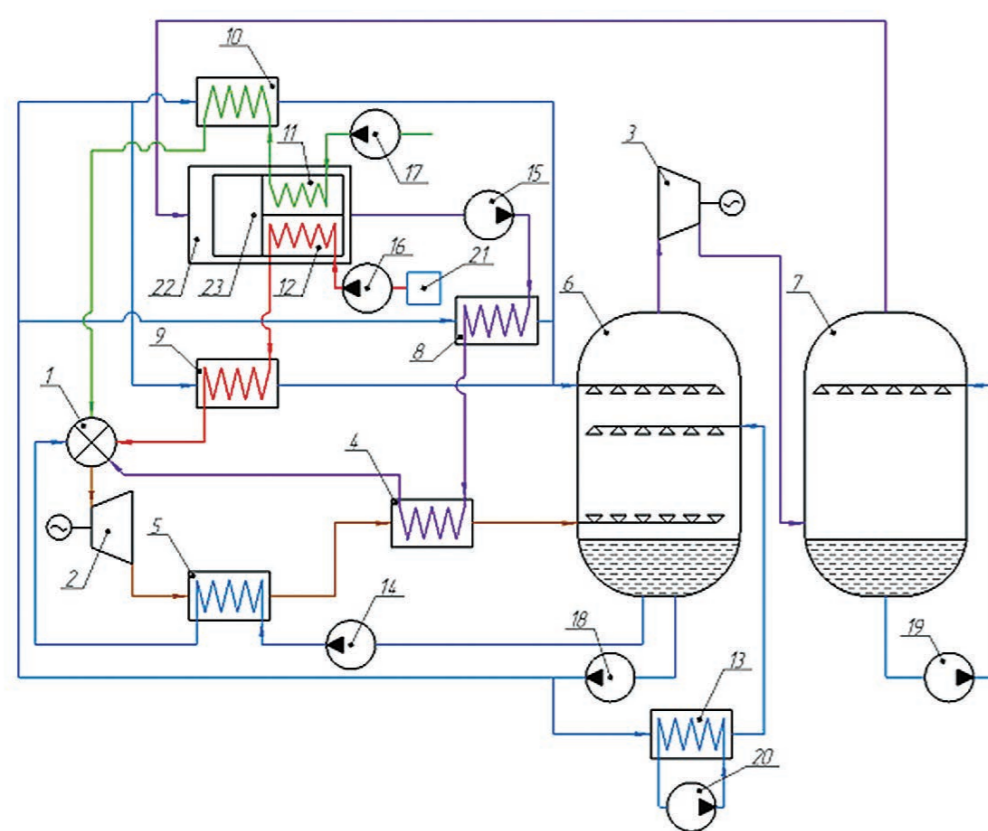
эффективно реализуется технически при организации сжигания органического топлива в кислороде, что одновременно обеспечивает и меньшие затраты на извлечение CO<sub>2</sub>, чем это требуется при известных способах его извлечения из газообразных продуктов сгорания, выбрасываемых в трубу. Второй акцент был сделан на разработку термодинамического цикла, обеспечивающего высокую

эффективность совместного производства электрической и тепловой энергии, что особенно важно для климатических условий большинства регионов России. При этом внимание уделялось и обеспечению приемлемого КПД в случае генерации только электрической энергии.

Технология «кислородного сжигания топлива» активно разрабатывается рядом энергетических компаний в

мире. Эта технология предусматривает предварительное разделение воздуха с выделением относительно чистого кислорода, в котором происходит сжигание топлива. Требуемая температура на выходе из камеры сгорания обеспечивается за счет рециркуляции отработавших в цикле продуктов сгорания (CO<sub>2</sub> и/или H<sub>2</sub>O). Циклы, использующие эту технологию, являются полузамкнутыми. Большая часть рабочего тела, представляющего собой смесь CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O, циркулирует внутри цикла. Частично идет пополнение рабочего тела за счет сжигания топлива в окислителе. Температуры конденсации CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O отличаются друг от друга, поэтому их легко разделить и избытки CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O в разделенном виде вывести из цикла. Технология кислородного сжигания топлива лежит в основе предложенного цикла ОИВТ.

При совместном производстве электрической и тепловой энергии исключительное большое значение имеет возможность гибкого регулирования их отпуска в соответствии с графиками потребления электрической и тепловой энергии, которые, как правило, не совпадают. Если генерирующая установка



Расчетная схема:

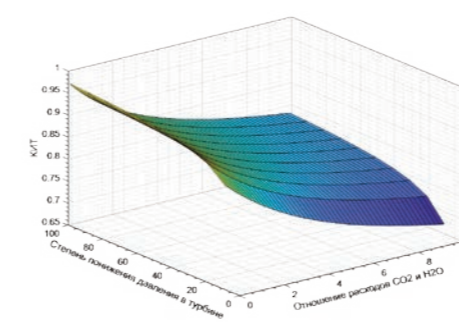
- 1 – камера сгорания,
- 2 – турбина,
- 3 – компрессор CO<sub>2</sub>,
- 4 – рекуператор CO<sub>2</sub>,
- 5 – рекуператор H<sub>2</sub>O,
- 6 – контактный конденсатор низкого давления,
- 7 – контактный конденсатор высокого давления,
- 8 – подогреватель CO<sub>2</sub>,
- 9 – подогреватель кислорода,
- 10 – подогреватель топлива,
- 11 – утилизатор холода кислорода,
- 12 – утилизатор холода топлива,
- 13 – подогреватель сетевой воды,
- 14 – насос питательной воды,
- 15 – насос CO<sub>2</sub>,
- 16 – насос кислорода,
- 17 – насос топлива,
- 18 – насос внутреннего циркуляционного контура низкого давления,
- 19 – насос внутреннего циркуляционного контура высокого давления,
- 20 – ВРУ,
- 21 – ВРУ,
- 22 – устройство ожигения CO<sub>2</sub>,
- 23 – холодильная установка устройства ожигения CO<sub>2</sub>.

**Обозначения линий на расчетной схеме:**

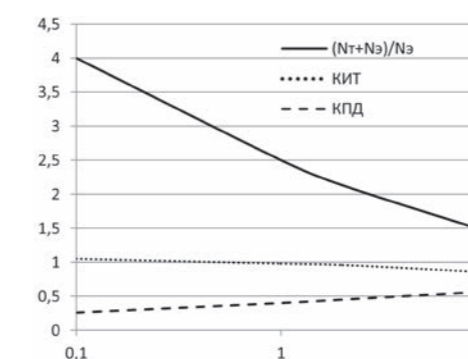
- трубопроводы и арматура H<sub>2</sub>O,
- - трубопроводы и арматура O<sub>2</sub>,
- трубопроводы и арматура CO<sub>2</sub>,
- - трубопроводы и арматура CH<sub>4</sub>,
- трубопроводы и арматура продуктов сгорания.

Кoeffициент полезного действия (КПД) лучших энергетических парогазовых установок (ПГУ) уже превышает 60%. Но, учитывая место, которое занимает энергетика в жизнедеятельности человечества, требования к энергетическим установкам постоянно растут. Имеются еще существенные резервы повышения эффективности использования топлива за счет совместной выработки электроэнергии и тепла с одновременным выполнением жестких экологических требований. Ведется поиск новых циклов и схем, позволяющих сократить выбросы в атмосферу образовавшегося в результате сгорания топлива углекислого газа. Один из таких циклов и схема, реализующая его, предложены сотрудниками ОИВТ РАН.

При разработке этого цикла акценты были расставлены следующим образом: в первую очередь рассматривалась возможность обеспечения вывода CO<sub>2</sub> из цикла электростанции в жидком виде – наиболее удобном для хранения, транспортировки и дальнейшего полезного использования. Как показал анализ, такое решение относительно просто и эф-



Зависимость КПД от степени понижения давления в турбине и соотношения расходов CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O



Зависимость КПД, КИТ и отношения общей генерируемой мощности к электрической от отношения расхода CO<sub>2</sub> к расходу H<sub>2</sub>O (логарифмическая шкала)

не имеет возможности независимой генерации, то дополнительно приходится использовать малоэффективные установки раздельной генерации, которые будут согласовывать графики потребления и генерации.

Проведенные исследования показали, что при постоянных параметрах цикла (температуре и давлении на входе в турбину, степени расширения в турбине) соотношение генерируемых электрической и тепловой энергии сильно зависит от соотношения CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O в потоке рециркуляции. Поэтому в схеме ОИВТ CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O подаются в камеру сгорания раздельно и имеют возможность независимого регулирования. Это несколько усложняет систему регулирования установки (предусматривается независимое регулирование подачи четырех компонентов – CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O), но при этом появляется и четыре степени свободы, что обеспечивает возможность регулировать в широком диапазоне генерацию требуемых в данный момент времени электрической и тепловой мощностей при сохранении номинальной температуры рабочего тела на входе в турбину и минимально необходимого избытка окислителя. Поддержание на всех рабочих режимах номинальной температуры рабочего тела на входе в турбину и минимально необходимого избытка окислителя обеспечивает высокую топливную эффективность во всем эксплуатационном диапазоне генерирующего объекта.

Для упрощения регулирования подачи компонентов рабочего тела в камеру сгорания предложено отказаться от компрессоров для повышения давления кислорода. Дело в том, что компрессоры потребляют относительно большую мощность привода и имеют большие зоны неустойчивой работы. Эти недостатки значительно меньше присущи насосам. Поэтому в цикле ОИВТ перед повышением давления для подачи в камеру сгорания все четыре исходные части рабочего тела переводятся в жидкую фазу (чтобы подчеркнуть это решение, в начальных публикациях авторы использовали название «бескомпрессорная

ПГУ»). Безусловно, на перевод в жидкую фазу требуются затраты энергии, но они, с одной стороны, компенсируются уменьшением работы повышения давления, а с другой стороны, исходное состояние топлива и кислорода может быть изначально жидким. После повышения давления холод низкокипящих компонентов (CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>) может быть использован для ожигения выше кипящих компонентов (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O), тем самым уменьшая затраты энергии. На последующих стадиях проектирования система получения исходных жидких продуктов может быть основательно оптимизирована.

Есть множество причин, по которым может потребоваться генерация только электрической энергии. В этом случае важно, чтобы разрабатываемая энергоустановка при генерации только электрической энергии имела КПД, не уступающий альтернативным генерирующим установкам. Высокий КПД предлагаемого цикла достигается за счет рекуперации тепла отработавшего в турбине рабочего тела. Предлагаемый цикл ОИВТ и реализующая его схема предполагают развитую систему теплообменного оборудования. Эффективность этого теплообменного оборудования будет играть ключевую роль в достижении высокого КПД.

Расчетные исследования показали, что цикл ОИВТ позволяет достичь весьма высоких показателей топливной экономичности. Даже при относительно умеренной температуре рабочего тела перед турбиной (1373 К) КПД цикла ОИВТ по отпуску электроэнергии близок к КПД современных ПГУ, а коэффициент использования топлива (КИТ) более 92%.

Изменяя соотношение компонентов рабочего тела, подаваемых в камеру сгорания, можно при постоянной электрической мощности изменять тепловую мощность так, что максимальная тепловая мощность будет превышать минимальную более чем в 6 раз. При этом КИТ будет во всем диапазоне достаточно близок к единице. Такой диапазон регулирования тепловых нагрузок обеспечивает возможность круглогодичного снабжения теплом потребителей без дополнительных пиковых котельных. И эффективную работу летом, обеспечивая только горячее водоснабжение, и в зимний период, покрывая все потребности тепла в самые холодные дни. Отказ от дополнительных пиковых котельных уменьшит как капитальные затраты на строительство, так и эксплуатационные расходы.

Анализ эффективности работы в системах централизованного теплоснабжения показал высокий потенциал их возможного использования в таких системах. При принятой эксплуатационной модели системы централизованного теплоснабжения годовой перерасход топлива (превышение минимального теоретически возможного) составляет менее 20%, тогда как для лучших ПГУ эта величина доходит до 25%, а для паровых турбин – более 35%.

Хорошие перспективы предлагаемые энергетические установки имеют при их использовании в составе энерготехнологических комплексов. Предлагаемый цикл ОИВТ обеспечивает возможность производства и поставки, помимо ме-

ханической (электрической) энергии, тепла и холода, еще как минимум трех востребованных «продуктов» – вода/пар, CO<sub>2</sub>, кислород и др.), что открывает возможности оптимизации цикла ОИВТ применительно к различным технологическим комплексам химической и строительной индустрии, которые, как правило, помимо электроэнергии и тепла, нуждаются в потреблении значительного количества воды и в ряде случаев углекислого газа (производство удобрений, пластмасс, карбонизированных строительных материалов и т.п.). При этом важной отличительной особенностью предлагаемой энергоустановки является ее способность аккумулировать энергию и другие «продукты» при временном снижении их потребления, а также возможность работы не только на природном газе, но и на СПГ, шахтном метане и других органических топливах.

В настоящее время готовится предложение о КНТП «Создание бескомпрессорной парогазовой установки с внутрицикловым улавливанием CO<sub>2</sub> в жидкой фазе», которое будет направлено в Минобрнауки России для представления на рассмотрение в Правительство РФ. Ведущие энергомашиностроительные компании России выразили желание быть индустриальными партнерами проекта. Разработчики и научное сообщество надеются на поддержку Правительством РФ данного проекта и незамедлительное начало строительства первой в России ТЭЦ без выбросов углекислого газа.

К.т.н., старший научный сотрудник ОИВТ РАН  
Михаил Всеволодович Синкевич

Д.т.н., заведующий отделом проблем теплоэнергетики ОИВТ РАН  
Александр Семёнович Косой

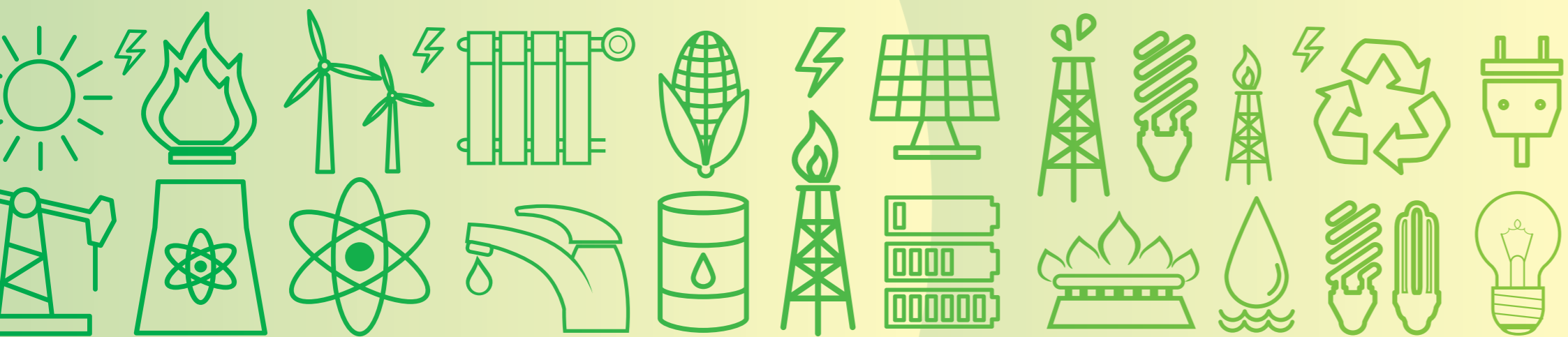
Д.т.н., главный научный сотрудник ОИВТ РАН  
Олег Сергеевич Попель

## Сравнение бескомпрессорной ПГУ (БкПГУ) с современными ПГУ

Показатель	ПГУ-325	ПГУ-450Т	ПГУ-800	ПГУ лучший мировой	БкПГУ 60 МВт Пилотный образец	БкПГУ 600 МВт Коммерческая электростанция
Производство только электроэнергии						
Мощность электрическая, МВт	325	450	808	600	60	600
КПД без учета затрат на улавливание CO <sub>2</sub> , %	51,7	51	54,6	62,2	50	54
Затраты энергии на улавливание CO <sub>2</sub> , %	10-15	10-15	10-15	10-15	1,5	1,5
Доля уловленного CO <sub>2</sub> , %	90	90	90	90	~100	~100
КПД с учетом затрат на улавливание CO <sub>2</sub> , %	36,7-41,7	36-41	39,6-44,6	47,2-52,2	48,5	52,5
Совместное производство электричества и тепла						
Условный относительный годовой расход топлива <sup>[1]</sup> без учета затрат на улавливание CO <sub>2</sub>	0,94	0,945	0,92	0,87	0,88	0,85
Условный относительный годовой расход топлива <sup>[2]</sup> с учетом затрат на улавливание CO <sub>2</sub>	1,05-1,1	1,05-1,1	1,03-1,08	0,98-1,03	0,89	0,86

[1] Годовой расход топлива, отнесенный к условному эталону. За условный эталон принята теплофикационная паротурбинная установка Т-250/300-240. Все варианты и условный эталон приведены к равным условиям (установки приведены к равной номинальной мощности, генерируют одинаковое количество энергии с одинаковым температурным графиком).

[2] Условный эталон не корректировался на улавливание CO<sub>2</sub>.



## Совет по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии»

В настоящее время утверждены Правительством Российской Федерации и реализуются комплексная программа и комплексный проект, поддержанные Советом:

- комплексная научно-техническая программа полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (утверждена Распоряжением Правительства РФ от 11 мая 2022 г. № 1144-р);
- комплексный научно-технический проект полного инновационного цикла «Создание экологически безопасных промышленных производств базовых высокотехнологических химических продуктов для автомобильной, строительной, медицинской и пищевой промышленности из углеводородного сырья на основе инновационных отечественных научных разработок» (утвержден Распоряжением Правительства РФ от 07 мая 2022 г. № 1130-р).

В соответствии с Положением о создании и функционировании Советов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 17.01.2018 № 16, Совет по приоритету 20 «б» продолжает выявление, отбор и формирование наиболее перспективных научно-технических комплексных программ и комплексных проектов полного инновационного цикла.

Рассматриваются комплексные научно-технические программы и проекты полного инновационного цикла (КНТПиП), направленные на решение следующих основных комплексных задач приоритета:

- добыча, транспортировка и глубокая переработка углеводородного сырья;
- экологически чистая и ресурсосберегающая энергетика на базе органических топлив;
- возобновляемая энергетика;
- ядерная энергетика;
- водородная энергетика;
- хранение энергии;
- передача и распределение энергии;
- цифровизация и интеллектуализация систем управления в энергетике.

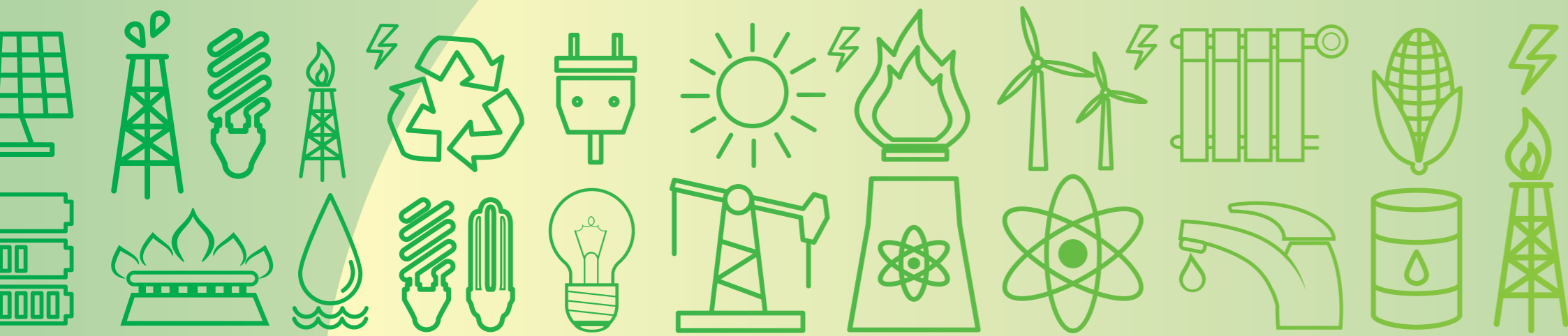
Поддача заявок осуществляется в электронной форме через Портал поддержки КНТПиП [kntp.ntr.ru](http://kntp.ntr.ru), также можно направить сканированную копию подписанной заявки на электронный адрес базовой организации Совета [sovnet@eriras.ru](mailto:sovnet@eriras.ru)

После подачи заявки в электронной форме оригинал заявки следует направить с сопроводительным письмом в Совет 20 «б» на адрес базовой организации Совета:

**117186, Москва, ул. Нагорная, д. 31, корп. 2, ИНЭИ РАН**

Финансирование КНТПиП осуществляется в соответствии с Правилами предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета, утвержденными Постановлением Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1439.

С нормативными документами по разработке и реализации комплексных научно-технических программ и проектов можно ознакомиться на портале КНТПиП [kntp.ntr.ru](http://kntp.ntr.ru) в разделе «Документы».



## МАДИ – проекты настоящего и будущего

МАДИ – крупнейший автомобильно-дорожный вуз России, ведущий научно-образовательный и методический центр по подготовке бакалавров, специалистов, магистров и научных кадров в области строительства автомобильных дорог, мостов и аэродромов, эксплуатации и сервиса транспортной техники, экономики, управления и логистики на транспорте и в строительстве, автоматизированных систем управления и организации дорожного движения.

### Выполненные проектные работы:

Открытие технической лаборатории по теме «Создание методологических основ разработки конструкционных материалов для использования в условиях Арктики» (грант Минобрнауки РФ). Данный проект посвящен разработке и созданию материалов и технологий для проведения ремонтных и сборочных работ в Арктике. Результаты исследований по проекту важны не только для Арктического региона, но и для других территорий, где долго стоят минусовые температуры и техника не вырабатывает свой ресурс. Они позволят ускорить монтажные, сборочные и ремонтные работы, позволят проводить полевой ремонт и сборку, увеличат долговечность техники.

Разработка элементов/сооружений для библиотек ЦИМ (цифровых информационных моделей) объектов транспортной инфраструктуры. Модели элементов/сооружений применяются при создании ИМ (информационных моделей) линейных объектов и объектов производственного и непроизводственного назначения. Средством разработки в области автомобильных дорог является отечественное ПО (программное обеспечение) IndorCAD, в области проектирования мостовых сооружений – Allplan.

Представленные модели используются на объектах ведущих проектных дорожно-строительных организаций АО «Союздорпроект», ООО «Инженерный центр «Мосты и Тоннели» («ИЦ «МиТ»), планируется внедрение в базу библиотек ООО «ИндорСофт».

«Создание высокотехнологичного производства комплекса аэродромных машин нового поколения»: МАДИ совместно с заказчиком (ООО «Завод СпецАгрегат») в рамках данного проекта создали комплекс аэродромных машин, включающий в себя:

- аэродромная поливомоечная машина (АПММ);
- аэродромная подметально-продувочная машина (АППМ);

- аэродромная плужно-щеточная машина с раздачей твердого реагента (АПЩМ(Р)).

Данная спецтехника призвана заменить устаревшую отечественную и новую зарубежную аэродромную технику, а также повысить безопасность и обеспечить устойчивость функционирования аэродромов и аэропортов РФ.

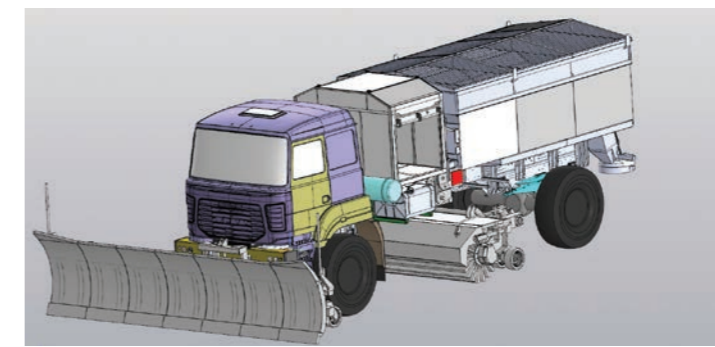
Разработанный комплекс машин предназначен для скоростной круглогодичной уборки искусственных покрытий аэродромов, а именно:

- продувка и очистка от снега, льда, воды, пыли и песка;
- поливка водой летом;
- поливка противобледенительными жидкими или твердыми реагентами зимой;
- уборка листьев осенью;
- удаление шуги весной.

### Разработанные машины:

- Аэродромная поливомоечная машина (АПММ)

АПММ предназначена для уборки взлетно-посадочной полосы в летнее время, а также для обработки жидким противобледенительным реагентом ВПП в зимнее время при температуре не ниже 15 градусов по шкале Цельсия.



- Аэродромная плужно-щеточная машина с раздачей твердого реагента (АПЩМ(Р))

АПЩМ(Р) предназначена для уборки ВПП в зимнее время от снега с последующей обработкой ВПП твердым специальным аэродромным реагентом с предварительным его смачиванием. Смачивание необходимо для запуска реакции реагента с выделением тепла.

- Аэродромная подметально-продувочная машина (АППМ)

АППМ предназначена для круглогодичной уборки ВПП в любое время суток. Качество уборки за один проход до необходимой чистоты обеспечивается всем навесным оборудованием. Отвал динамического действия убирает свежесвалившийся снег. Щетка центральная сметает налипший снег и прочий мусор. Продувочная установка сдувает остатки мусора (производительность более 11 км воздуха в секунду). Магнитная плита притягивает к себе металлические предметы для улучшения безопасности.

### Планируемые проекты:

- Выполнение фундаментальных исследований и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сфере дорожного

хозяйства по теме: «Исследование энергетического баланса в многослойных средах при их динамическом нагружении с разработкой энергетических критериев хрупкого разрушения и пластического деформирования (на примере дорожных одежд)». Направления работ:

- Исследование и моделирование разрушения асфальтобетонных плит методом конечных элементов;
- Разработка и исследование полимерных мобильных дорожных покрытий;
- Разработка математических моделей образования межслойных трещин в асфальтобетонных дорожных покрытиях.
- Проведение НИР по разработке материалов и технологий для производства и ремонта технических систем для критических условий эксплуатации, обеспечивающих технологическую независимость. В рамках выполнения данной работы планируется создание научно-технических основ целевого модифицирования конструкционных и ремонтных материалов для критических условий эксплуатации.



# Коротко о главном



## Владимир Путин дал старт отправке первой линии «Арктик СПГ-2» по Севморпути

Президент РФ Владимир Путин принял участие в церемонии отправки из Мурманска на Гыдан первой СПГ-линии для завода «Арктик СПГ-2», где он дал старт отправке.

Проекты по производству сжиженного природного газа дают комплексный эффект для всей российской экономики. По словам В. В. Путина, это позволяет стране отвоевывать нужную долю на мировом рынке и развивать смежные отрасли. Президент выразил уверенность, что проект «Арктик СПГ-2» реализуется в срок и с нужным качеством.

«Арктик СПГ-2» – второй крупнотоннажный проект «Новатэка» по производству сжиженного природного газа после «Ямала СПГ».

## На заседании Президиума Совета законодателей РФ при Федеральном Собрании обсудили новый механизм северного завоза

По словам Алексея Чекунова, в целях снятия инфраструктурных ограничений северного завоза Правительством РФ будет утвержден перечень объектов опорной сети транспортно-логистической инфраструктуры: «С 2026 года содержание таких объектов будет осуществляться в размере 100% от установленных органами государственной власти и местного самоуправления нормативов финансовых затрат. Мероприятия по созданию и развитию таких объектов планируются к включению в соответствующие государственные программы. Это позволит в перспективе преодолеть существующие инфраструктурные ограничения и сократить сроки доставки грузов».

Председатель Комитета по развитию Дальнего Востока и Арктики Николай Харитонов отметил: «Очень важно, что здесь не только поднимаются актуальные вопросы, но и предлагаются практически реализуемые решения. В рамках работы над проектом федерального закона был выбран единственно правильный формат работы – экспертная группа, куда вошли все заинтересованные стороны».



## Государственная Дума РФ приняла законопроект, вводящий в гражданский оборот «зеленые сертификаты»

Законопроектом предусматривается введение в российское законодательство об электроэнергетике новых понятий:

- атрибутов генерации, возникающих в результате производства электрической энергии на квалифицированных генерирующих объектах, функционирующих на основе использования ВИЭ и (или) на низкоуглеродных генерирующих объектах;
- сертификатов происхождения электрической энергии.

Предполагается, что атрибуты генерации и сертификаты станут «оборотоспособными формами фиксации преимуществ возобновляемой и низкоуглеродной энергетики». Ведение реестра атрибутов генерации будет осуществляться организацией коммерческой инфраструктуры с использованием специализированной информационной системы.



## Государственная Дума РФ приняла базовый закон о северном завозе

Под северным завозом предлагается понимать комплекс мероприятий и финансовых механизмов по регулярному и бесперебойному снабжению территорий, относящихся к районам Крайнего Севера, а также приравненных к ним местностей с ограниченными сроками завоза грузов. Законопроект разработан по поручению Президента РФ Владимира Путина.

Законопроект предусматривает четкое распределение полномочий в этой сфере между федеральным, региональным и муниципальным уровнями, предполагает создание федеральной государственной информационной системы мониторинга северного завоза (ФГИС «Северный завоз»). Единым федеральным координатором северного завоза выступит Минвостокразвития РФ.

## Инновационный научно-технологический центр «ЮНИТИ ПАРК» появится в Ханты-Мансийском автономном округе

По поручению Президента РФ Владимира Путина в Ханты-Мансийском автономном округе будет создан инновационный научно-технологический центр (ИНТЦ) «ЮНИТИ ПАРК».

Основные направления работы ИНТЦ – это разработка технологий в области энергетической безопасности, исследования в сфере медицины, а также создание передовых инженерных технологий и материалов, адаптированных к условиям Севера и Арктики.

«Создание ИНТЦ «ЮНИТИ ПАРК» в ХМАО является важным шагом в развитии региона. Центр будет способствовать разработке передовых технологий в области энергетической безопасности, медицины и инженерии, а также привлечению инвестиций и коммерциализации уникальных научных разработок. ИНТЦ откроет новые возможности для регионального экономического роста и укрепления научно-технологического потенциала округа. И уже есть ряд компаний, которые хотели бы стать резидентами центра», – отметил заместитель Министра экономического развития РФ Максим Колесников.



## МРПА

## Межрегиональное научно-технологическое, деловое и образовательное партнерство «Устойчивое развитие Арктической зоны РФ»: события и факты

### Встреча руководителя МРПА Тамары Мордасовой и директора Департамента развития Арктической зоны РФ Максима Даныкина

На Петербургском международном экономическом форуме обсудили перспективы развития Арктики и связанных с ней российских регионов.

В ходе мероприятия состоялась встреча руководителя Межрегионального научно-технологического, делового образовательного партнерства «Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации», директора-издателя журнала «Регио-



нальная энергетика и энергосбережение» Тамары Мордасовой и директора Департамента развития Арктической зоны Российской Федерации и реализации инфраструктурных проектов Минвостокразвития России Максима Даныкина.

«Для Российской Федерации Арктика – это приоритет. Связано это с крупными экономическими проектами, которые там реализуются и со стратегически важным логистическим маршрутом: северным морским путем, который также требует развития», – отметил Максим Даныкин.

### XV Генеральная ассамблея Северного форума

7–8 июля 2023 года в г. Ханты-Мансийске прошла XV Генеральная ассамблея Северного форума с целью определить стратегию развития организации на следующие 2 года. Модератором мероприятия вы-



ступил исполнительный директор Северного форума В. Н. Васильев. Он ознакомил собравшихся с результатами деятельности Северного форума и с перспективами в работе организации.

МРПА на данном мероприятии представляла директор по развитию Л. Г. Курбаналиева. Она рассказала о деятельности организации, об экспертной встрече «ТехПро», которая состоится 15 августа 2023 года в рамках Международного форума «Армия – 2023», и о IX Международной конференции «Арктика: устойчивое развитие», проведение которой намечено на март 2024 года.

Стоит отметить, что между Северным форумом и МРПА заключено Соглашение о сотрудничестве на полях VI Международной конференции «Арктика: устойчивое развитие».

### МРПА и АО «Уральская Сталь» заключили соглашение о сотрудничестве

15 июля 2023 года Межрегиональное научно-технологическое, деловое и образовательное партнерство «Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации» и АО «Уральская Сталь» заключили соглашение о сотрудничестве.

АО «Уральская Сталь» известно в России и за рубежом разнообразием своей продукции и ее высоким качеством.



Сталь в хладостойком исполнении, производимая АО «Уральская Сталь», очень важна для возведения объектов транспортной инфраструктуры в регионах Арктической зоны РФ.

### Встреча с ректором Северо-Восточного федерального университета

31 июля 2023 года состоялась встреча руководителя Межрегионального научно-технологического, делового и образовательного партнерства «Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации» (МРПА), директора-издателя журнала «Региональная энергетика и энергосбережение» Т. И. Мордасовой и ректора Северо-Восточного федерального университета имени М. К. Аммосова профессора А. Н. Николаева.

Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова выступал генеральным парт-



нером VIII Международной конференции «Арктика: устойчивое развитие» («Арктика-2023»), проходившей 2–3 марта 2023 года в Москве, в рамках которой состоялась торжественное подписание Соглашения о сотрудничестве между МРПА и СВФУ.

В ходе встречи достигнута предварительная договоренность об участии университета в качестве официального партнера на XI Международной конференции «Арктика: устойчивое развитие» («Арктика-2024»), программный комитет которой будет состоять из преподавательского состава.

### Состоялась встреча руководителя МРПА и генерального директора Союза строителей Якутии

1 августа 2023 года состоялась встреча руководителя Межрегионального научно-технологического, делового и образовательного партнерства «Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации», директора-издателя журнала «Региональная энергетика и энергосбережение» Т. И. Мордасовой и генерального директора НП СРО «Союз строителей Якутии» А. И. Габышева.

Т. И. Мордасова рассказала о подготовке к IX Международной конференции «Арктика: устойчивое развитие», проведение которой запланировано на март 2024 года. МРПА выступает соорганизатором данного мероприятия.

В ходе рабочей встречи Т. И. Мордасовой была вручена награда – знак «Год труда в Республике Саха (Якутия)».



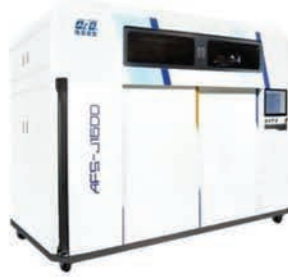
**INTAMSYS**



**ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ FDM 3D-ПРИНТЕРЫ INTAMSYS (КНР)  
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

Intamsys Technologies - ведущий производитель промышленных FDM 3D-принтеров для прототипирования и мелкосерийного производства функциональных изделий для авиации, космонавтики, автомобильной промышленности, медицины и других отраслей из инженерных материалов - ULTEM, PEEK, PC и др.  
Широкая география инсталляций оборудования в Китае, Европе, США и РФ, включая всемирно известные компании: Airbus, Bosch, GE, Mitsubishi, Siemens, Nissan, FORD и др. Размер камеры построения 610 x 508 x 508 мм

**AFS**



**ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦИФРОВЫХ ФОРМ ДЛЯ  
ЛИТЬЯ МЕТАЛЛА - AFS (КНР)**

Компания AFS – производитель аддитивного оборудования для производства цифровых песчаных форм для литья металла по технологии binder jetting.  
Позволяет напечатать литейную форму любой сложности за менее, чем 24 часа с использованием кварцевого, либо керамического песка и фурановой, фенольной смолы. Область построения литейных форм до 2100 x 1300 x 700 мм

**axis**

Z-axis ([www.z-axis.ru](http://www.z-axis.ru)) — дистрибутор промышленного 3D-оборудования, атомизеров и расходных материалов.  
Аддитивные технологические решения под ключ: поставка, запуск, обучение, техническое обслуживание.



СВЕТОДИОДНЫЕ ПРОЖЕКТОРЫ  
работают при температуре от -60 до 55 °С



Высоковольтные опоры со  
стационарной коронной и  
молниезащитой

ОСВЕЩЕНИЕ И МОЛНИЕЗАЩИТА  
ТЭК ГСМ, Оренбург

ОСВЕЩЕНИЕ АЭРОПОРТОВ, ПОРТОВ И Ж/Д  
Мероприятий на территории

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ  
МОЛНИЕЗАЩИТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ



УЛИЧНОЕ, ПАРКОВОЕ ОСВЕЩЕНИЕ  
Парк Капотня, Москва



Опоры для садово-  
паркового освещения

Группа компаний «АМИРА» более 30 лет лидирует в области проектирования и производства:

- современных систем наружного освещения;
- декоративного и архитектурного освещения;
- высоковольтных и молниезащитных комплексов;
- опор сотовой связи и воздушной линии электропередачи;
- флагштоков и нестандартных металлоконструкций.



РОССИЙСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО  
СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОНТАЖ  
ПРОИЗВОДСТВО СЕРВИС



АО «АМИРА»  
198095, г. Санкт-Петербург, ул. Калинина, д. 22  
8 800 775 25 05, amira@amira.ru

www.amira.ru

**BURLAK**

**Вездеход  
нового  
поколения**



+7(3522) 200-585  
vezdekhod@burlakoffroad.ru

СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЙ  
**Преград**

**СИСТЕМЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

**ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ПРЕГРАД:**

- долговечны
- технологичны в применении
- устойчивы к агрессивным средам

**АНТИКОРРОЗИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ ПРЕГРАД:**

- широкая линейка материалов позволяет решить любые поставленные задачи в области защиты металла от коррозии
- обеспечивают длительную защиту вашего металла от коррозии



подробная информация о материалах в каталоге



ГК ПРЕГРАД ■ [pregrad.psc](http://pregrad.psc) ■ [info@pregrad.ru](mailto:info@pregrad.ru) ■ +7495 201-07-01

**Международная выставка  
«TatOilExpo-2023»**  
в рамках Татарстанского  
нефтегазохимического форума

**31 - 02 | 2023**  
АВГУСТА СЕНТЯБРЯ | **КАЗАНЬ**

По вопросам участия просим обращаться  
в адрес организатора АНО «Казань Экспо»  
по телефону: +7 (843) 222-03-22  
e-mail: [exponeft@kazanexpo.ru](mailto:exponeft@kazanexpo.ru)

Организаторы: **РЭА** МИНЭНЕРГО РОССИИ, **РОСКОНГРЕСС** Пространство доверия, При поддержке: **МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ТЕРРИТОРИЯ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ДИАЛОГА**

**ВТОРАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**10** 2023  
ОКТЯБРЯ **Российская  
Энергетическая  
Неделя 2023**

**7 (495) 789 92 92** доб. 2211  
[tedconf@rosenergo.gov.ru](mailto:tedconf@rosenergo.gov.ru)

**Российская  
Энергетическая  
Неделя 2023**  
**РОСКОНГРЕСС**  
Пространство доверия

**11-13** октября  
Москва,  
ЦВЗ «Манеж»

[rusenergyweek.com](http://rusenergyweek.com)

Реклама 6+

**31 ОКТЯБРЯ -  
3 НОЯБРЯ  
2023**

**GF XII ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ГАЗОВЫЙ  
ФОРУМ**

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ: МИНПРОМТОРГ РОССИИ, ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР: **ГАЗПРОМ**

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР: **ГРУППА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ**

ПАРТНЕРЫ: ЗАПОСКОЛЬСКИЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЗАВОД, ГАЗПРОМБАНК, КОМИТА, БАНК РОССИЯ, ГМС ГРУППА, ОМК, ГАЗПРОМ

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР: Салаватский телекоммуникационный завод, ГАЗПРОМ, ОДК, РИУМО, ФРАДИМЕТ-ФОЛТА, Ростелеком Бизнес

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР **ЭКСПОФОРУМ** САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1 +7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2626), [GF-EXPOFORUM.RU](http://GF-EXPOFORUM.RU)

ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА НАШ TELEGRAM-КАНАЛ И ЧИТАЙТЕ НОВОСТИ РАНЬШЕ ВСЕХ! **18+** [GAS-FORUM.RU](http://GAS-FORUM.RU)

IX Международная конференция

# АРКТИКА-2024

Арктика: устойчивое развитие

Март 2024, Москва

## Стань участником

Специализированная выставка | Спонсорство



[www.arctic.s-kon.ru](http://www.arctic.s-kon.ru)



[www.mrprussia.ru](http://www.mrprussia.ru)

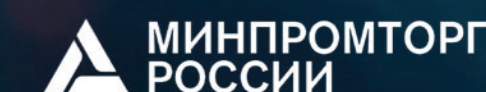


e-mail

Тел. +7 (495) 662-97-49  
(многоканальный)

Электронная почта: [arctic@s-kon.ru](mailto:arctic@s-kon.ru)  
[www.arctic.s-kon.ru](http://www.arctic.s-kon.ru)

Официальная поддержка:



Организаторы:





📍 Российская Федерация,  
150023, г. Ярославль,  
Московский пр-т, д.130

☎ 8 (4852) 49-81-00

✉ [post@yanos.slavneft.ru](mailto:post@yanos.slavneft.ru)

🌐 [yanos.slavneft.ru](http://yanos.slavneft.ru)



**ПАО «СЛАВНЕФТЬ-ЯНОС»**  
**СИЛА ОПЫТА. ВЕРНОСТЬ КАЧЕСТВУ.**