ISSN 2409-5516

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№5(208), май 2025

РГАСНТИ 44.09.29

Тема номера

ТРАНСФОРМАЦИЯ И АДАПТАЦИЯ МИРОВОГО ЭНЕРГОРЫНКА К ГЕОПОЛИТИКЕ НОВОГО ВРЕМЕНИ

РЭН 2025

При поддержке:

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

«РОССИЙСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ»

Москва, ЦВЗ «Манеж», Манежная пл., д.1

ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТЭК

Москва, Гостиный двор, ул.Ильинка, д.4

15-17
октября 2025 г.
Москва, Россия

rusenergyweek.com

Реклама 6+

Реклама 12+

РОССЕТИ

Инфраструктурная основа экономики страны

ROSSETI_OFFICIAL

Подписывайтесь через приложение Telegram или QR-код

ROSSETI.RU

ЗАРУБЕЖНЕФТЬ

«ЗАРУБЕЖНЕФТЬ» — государственная российская нефтегазовая компания стратегического значения с богатой историей и уникальным опытом внешнеэкономической деятельности.

«ЗАРУБЕЖНЕФТЬ» специализируется на разработке нефтегазовых месторождений в России и за рубежом, обеспечивая эффективную и комплексную добычу углеводородных ресурсов.

УЖЕ БОЛЕЕ 40 ЛЕТ

«Зарубежнефть» успешно осваивает континентальный шельф юга Вьетнама в рамках совместного предприятия «Вьетсовпетро».

В ЧИСЛЕ ДРУГИХ ПРОЕКТОВ:

— разработка месторождений в Ненецком автономном округе (СК «РУСВЬЕТПЕТРО» и «ЗАРУБЕЖНЕФТЬ-добыча Харьяга»);

— применение передовых технологий добычи высоковязких сортов нефти на Кубе;

— повышение нефтеотдачи на зрелых месторождениях Узбекистана;

— реализация проектов в Египте и Индонезии.

Помимо этого, компания работает в сегменте «Нефтепереработка и сбыт» на территории Республики Сербской (Босния и Герцеговина), имеет в структуре собственные проектные институты подземного и наземного обустройства нефтегазовых месторождений, а также сервисные компании.

НАША КОМАНДА

В компании работают более 12 000 сотрудников по всему миру. **Каждый сотрудник «Зарубежнефти» — ОСНОВА компании.**

Наш сайт

Мы в Telegram

ЗАРЯЖАЕМ МИР
ЭНЕРГИЕЙ

Реклама 12+

Реклама 12+

15-18 СЕНТЯБРЯ 2025, ТЮМЕНЬ

Объединяем лидеров нефтегазовой промышленности

Промышленно-энергетический форум TNF

ОРГАНИЗАТОРЫ

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Правительство Тюменской области

КОНТАКТЫ

OILGASFORUM.RU

@OILGASFORUM_TNF

Самая актуальная информация о форуме в Telegram-канале

Промышленность

Формирование модели взаимодействия промышленности и ТЭК

Технологии

Презентация новейших технологических разработок отрасли

Решения

Внедрение лучших отраслевых практик и инициатив

ПМЭФ-2025
18–21 июня

арт-проект

террабайт

цифровой
взгляд в недра

ГАЗПРОМ НЕФТЬ

Реклама 6+

Путеводитель по городам российской энергетики

Сканируйте QR-код и отправляйтесь в уникальное путешествие по энергетической России

ЭНЕРГИЯ+

ОНЛАЙН-ЖУРНАЛ ОБ ЭНЕРГЕТИКЕ

Реклама 12+

Содержание

Слово редакторов

9 **В. Бушуев, А. Горшкова.**
Игра «по старинке» на новом рынке

Нефть

10 **А. Мастепанов.** Итоги развития нефтяного сектора мировой экономики в 2024 г. в оценках ведущих зарубежных исследовательских центров

34 **В. Кулагин.** Новый этап развития глобального нефтегазового комплекса

Мир

46 **В. Андрианов.** «Тарифная дубина» американской энергетической политики

62 **А. Качелин, М. Соколов.** Проблемы экономической и энергетической безопасности и технологического суверенитета в России

Энергетика

76 **В. Кулькова, А. Сабирзянова.** Динамика развития малой генерации с использованием ВИЭ в энергетической политике России

Газ

88 **А. Гайворонский, М. Горбунов.** Сравнительный анализ российской технологии сжижения природного газа Gazprom MR

100 **Л. Эркинжонов, А. Гимаева.** Анализ методов предупреждения и борьбы с гидратообразованием в трубопроводах

Contents

Editor's column

9 **V. Bushuev, A. Gorshkova.**
Playing «the old-fashioned way» in a new market

Oil

10 **A. Mastepanov.** Main results of the development of the oil sector of the global economy in 2024 in the assessments of leading foreign research centers

34 **V. Kulagin.** A new stage in the development of the global oil and gas complex

World

46 **V. Andrianov.** «Tariff Cudgel» of American Energy Policy

62 **A. Kachelin, M. Sokolov.** Problems of economic and energy security and technological sovereignty in Russia

Energy

76 **V. Kulkova, A. Sabirzyanova.** Dynamics of development of small-scale generation using renewable energy sources in the energy policy of Russia

Gas

88 **A. Gayvoronskiy, M. Gorbunov.** Comparative analysis of Russian natural gas liquefaction technology Gazprom MR

100 **L. Erkinzhonov, A. Gimaeva.** Analysis of methods for preventing and combating hydrate formation in pipelinesx

УЧРЕДИТЕЛЬ

Министерство энергетики Российской Федерации, 107996, ГСП-6, г. Москва, ул. Щепкина, д. 42

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «ГУ Институт энергетической стратегии»

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В. В. Бушуев – д. т. н., проф., г. н. с. ОИВТ РАН
Е. О. Адамов – д. т. н., науч. рук. АО «НИКИЭТ»
В. М. Батенин – член-корр. РАН, д. т. н., проф.
П. П. Безруких – д. т. н., проф. НИУ МЭИ
В. И. Богоявленский – член-корр. РАН, д. т. н., проф., г. н. с. ИПНГ РАН
А. И. Громов – к. г. н., гл. директор по энергетическому направлению Фонда «ИЭФ»
А. Н. Дмитриевский – акад. РАН, д. г.-м. н., научный руководитель ИПНГ РАН
С. А. Добролюбов – акад. РАН, д. г. н., проф., декан географического факультета МГУ
М. Ч. Залиханов – акад. РАН, д. г. н., проф., зав. ЦГиЧС КБГУ
В. М. Капустин – д. т. н., проф., зав. кафедрой РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
В. А. Крюков – акад. РАН, д. э. н., директор ИЭОПП СО РАН
В. Г. Мартынов – к. г.- м. н., д. э. н., проф., ректор РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
А. М. Мастепанов – акад. РАЕН, д. э. н., г. н. с. АЦЭПБ ИПНГ РАН
Н. Л. Новиков – д. т. н., проф., зам. науч. рук. АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
В. И. Рачков – член-корр. РАН, д. т. н., проф.
П. Ю. Сорокин – первый зам. министра энергетики РФ
Д.А. Соловьев – к.ф.-м. н., научный сотрудник Института океанологии РАН
В. А. Стенников – акад. РАН, д. т. н., проф., директор ИСЭ им. Мелентьева СО РАН
Е. А. Телегина – член-корр. РАН, д. э. н., проф., декан факультета РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
С. П. Филиппов – акад. РАН, д. т. н., директор ИНЭИ РАН

Главный редактор
Анна Горшкова

Научный редактор
Виталий Бушуев

Зам. главного редактора по продвижению
Виолетта Локтева

Корректор
Роман Павловский

Фотограф
Иван Федоренко

Дизайн и верстка
Роман Павловский

Адрес редакции:
125009, г. Москва, ул. Тверская, д. 23, с. 1.
+79104635357
anna.gorshik@yandex.ru

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77–75080 от 07.03.2019

Журнал «Энергетическая политика» входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК

При перепечатке ссылка на издание обязательна

Перепечатка материалов и использование их в любой форме, в том числе в электронных СМИ, возможны только с письменного разрешения редакции

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов

Редакция не имеет возможности вступать в переписку, рецензировать и возвращать не заказанные ею рукописи и иллюстрации

Тираж 1000 экземпляров

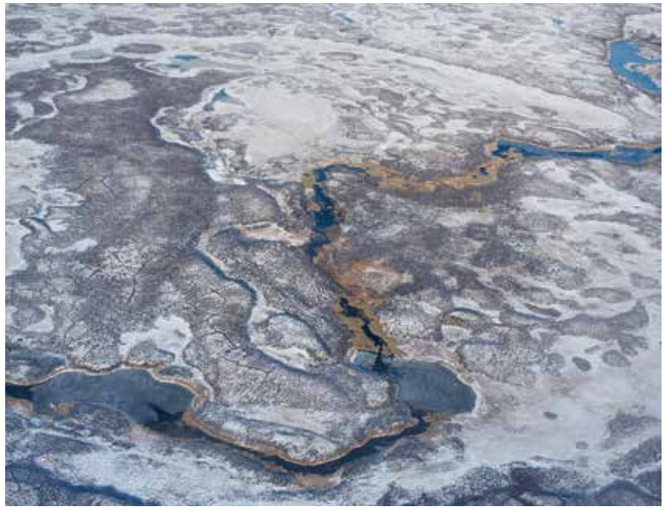
Периодичность выхода 12 раз в год

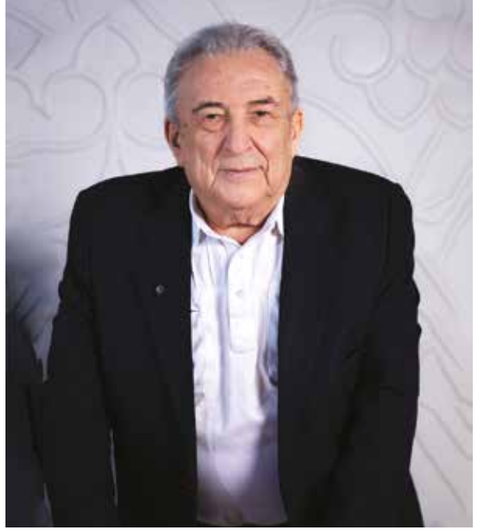
Цена свободная

Отпечатано в ООО «КОНСТАНТА», 308519, Белгородская область, Белгородский р-н, п. Северный, ул. Березовая, 1/12
E-mail: info@konstanta-print.ru

Подписано в печать:
26.05.2025

16+





Виталий БУШУЕВ
Научный редактор журнала
«Энергетическая политика», акад. РАЕН и РИЭ, д. т. н.

Анна ГОРШКОВА
Главный редактор журнала
«Энергетическая политика»

Игра «по старинке» на новом рынке

В мае этого года почти незамеченной в российском информационном пространстве осталась новость о том, что с начала 2025 г. стоимость солнечной электроэнергии в Индии составляет в среднем около 6 рупий за кВт·ч. Это на 25% дешевле энергии, вырабатываемой на угольных электростанциях. Одновременно более чем на 50% снизилась стоимость аккумуляторов. На этом фоне в стране резко растет электрификация транспорта. Согласно планам правительства, к 2030 г. 30% легковых автомобилей в стране будут электрическими.

Казалось бы, а при чем тут Россия, если речь идет о внутреннем рынке электроэнергии Индии? Однако с 2025 г. именно Индия стала ключевым и самым быстрорастущим рынком сбыта для российской нефти. Причем Россия рассчитывает не только сохранить, но и серьезно увеличить поставки нефти в эту страну в перспективе до 2050 г. Естественно, возникает вопрос, а собирается ли сама Индия наращивать потребление нефти или она пойдет по пути Китая, ставшего мировым лидером как по производству солнечной энергии и оборудования на ее производства, так и по развитию электротранспорта?

Влияние Китая (и в последнее время Индии) сильно не только в Азиатско-Тихоокеанском регионе, но и в Африке, ставшей плацдармом для индийских и китайских инвестиций в эту сферу. Получается, что в среднесрочной перспективе на мировом энергорынке Россия будет продолжать играть по «старинке», тогда как главные потребители энергоресурсов давно уже подхватили волну энергоперехода и переориентировали свои потребности в сторону электроэнергетики. Как России избежать этого и остаться мировым энергетическим лидером – предмет постоянных дискуссий на страницах журнала «Энергетическая политика».

УДК 620.9 DOI 10.46920/2409-5516_2025_05208_10 EDN: JZMDPD

Итоги развития нефтяного сектора мировой экономики в 2024 г. в оценках ведущих зарубежных исследовательских центров

Main results of the development of the oil sector of the global economy in 2024 in the assessments of leading foreign research centers

Алексей МАСТЕПАНОВ
Главный научный сотрудник ИПНГ РАН,
д. э. н., профессор РГУ нефти и газа
им. И.М. Губкина, академик РАЕН
E-mail: amastepanov@mail.ru

Alexey MASTEPANOV
Chief Researcher of the Oil and Gas Research Institute
of the Russian Academy of Sciences (OGRI RAS),
Dr. of economic sci., professor of the National University of Oil and Gas («Gubkin University»), academician
of the Russian Academy of Natural Sciences
E-mail: amastepanov@mail.ru

Нефтяные месторождения в Саудовской Аравии

Источник: report.az

Аннотация. Анализ основных факторов развития мировой энергетики и исследования, проведенные автором, показали, что на предстоящее развитие нефтяного сектора мировой экономики значительное воздействие будет оказывать целый ряд событий и тенденций, которые зародились либо получили развитие в 2024 г. В этой связи в статье детально исследуются оценки итогов развития нефтяного сектора мировой экономики в 2024 г., сделанные ведущими зарубежными исследовательскими центрами – Международным энергетическим агентством, Секретариатом ОПЕК и Управлением энергетической информации США. Показаны те основные проблемы и факторы, которые окажут существенное влияние на мировые экономику и энергетику в предстоящие годы.
Ключевые слова: мировая энергетика, нефтяной сектор, МЭА, Секретариат ОПЕК, УЭИ США, потребление энергоресурсов, нефть, спрос на нефть, страны ОЭСР, баланс производства и потребления жидких углеводородов, США, Китай, Россия, Саудовская Аравия, цены на нефть.

Abstract. An analysis of the main factors of global energy development and relevant research conducted by the author have shown that the upcoming development of the oil sector of the global economy will be significantly influenced by a number of events and trends that originated or developed in 2024. In this regard, the article examines in detail the assessments of the results of the development of the oil sector of the global economy in 2024 made by leading foreign research centers – the International Energy Agency, the OPEC Secretariat and the US Energy Information Administration. The main problems and factors that will have a significant impact on the global economy and energy sector in the coming years are shown.
Keywords: global energy, oil sector, IEA, OPEC Secretariat, US AEI, energy consumption, oil, production/production, demand, OECD countries, OPEC+, balance of production and consumption of liquid hydrocarbons, USA, China, Russia, Saudi Arabia, oil prices.

> **Происходит перезапуск глобальной экономической системы, в рамках которой большинство стран функционировало на протяжении последних 80 лет**

Введение

Анализ основных факторов развития мировой энергетики и соответствующие исследования, проведенные нами в рамках выполнения государственного задания [1], показали, что на предстоящее развитие нефтяного сектора мировой экономики значительное воздействие будет оказывать целый ряд событий и тенденций, которые зародились или получили развитие в 2024 г. Важнейшие из них – это специальная военная операция на Украине, подогреваемая усилиями ряда стран Запада, а также беспрецедентное санкционное давление на Россию, вызвавшее трансформацию всего глобального рынка нефти.

Прошедший год был годом геополитической, экономической и экологической неопределённостей. Он был насыщен международными конфликтами и связанными с ними глобальной и региональной нестабильностью, которые сопровождались милитаризацией мировой политики. Мир продолжало лихорадить, и в этой исторической мясорубке рушились многие казавшиеся незыблемыми правила и сценарии [1]. И вполне естественно, что многие из событий прошедшего года в области экономики, энергетики и международных отношений будут ещё долго в той или иной степени сказываться на развитии нефтяного сектора мировой экономики.

[1] Тема – «Фундаментальный базис инновационных, цифровых технологий прогноза, поиска, разведки и освоения нефтегазовых ресурсов (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования до 2030 г.)».

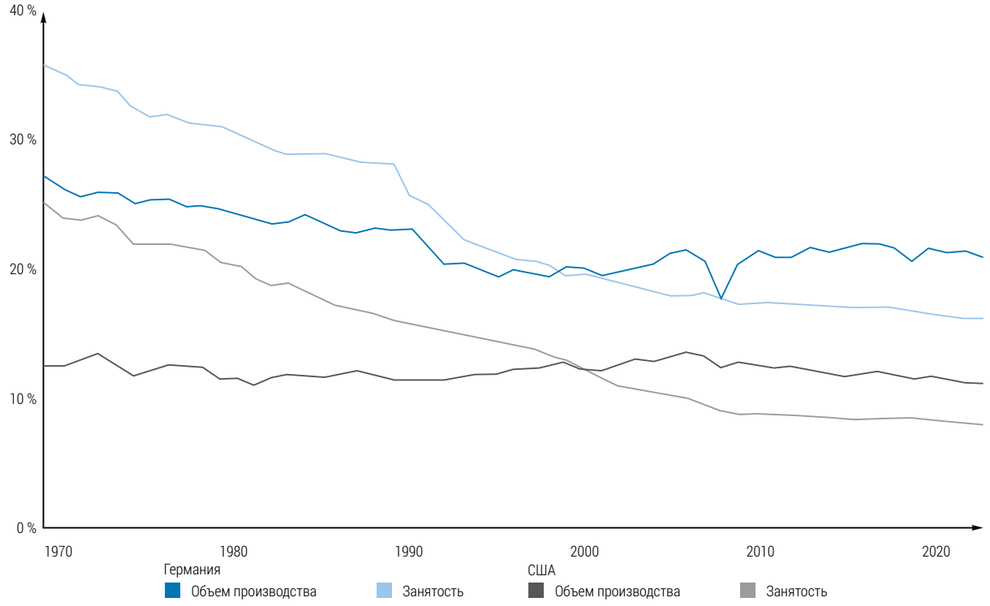


Рис. 1. Динамика удельного веса обрабатывающей промышленности Германии и США в общем объёме производства и занятости

Источник: [3]

Данная работа является первой в цикле статей, посвящённых анализу кратко- и долгосрочных прогнозов нефтяного сектора мировой экономики, выполненных ведущими зарубежными аналитическими и прогностическими центрами. В ней будут рассмотрены основные итоги этого сектора в 2024 г., которые получат своё развитие как в текущем, так и в 2026 гг.

Оценки развития мировой экономики

По оценкам МВФ, мировая экономика сохраняет удивительную устойчивость, несмотря на неравномерные темпы её роста в различных регионах и насыщенность последних лет многочисленными неблагоприятными событиями, начиная со сбоев в цепочках поставок после пандемии, украинских событий, которые привели к глобальному энергетическому и продовольственному кризису, и заканчивая значительным всплеском инфляции, за которым последовало ужесточение денежно-кредитной политики одновременно во всем мире – значительное повышение процентных ставок центральными банками для восстановления ценовой стабильности [2].

В то же время, как отмечает советник по экономическим вопросам и директор по исследованиям МВФ Пьер-Оливье Гуринша (Pierre-Olivier Gourinchas), происходит перезапуск глобальной экономической системы, в рамках которой большинство стран функционировало на протяжении последних 80 лет. Мир вступает в новую эпоху. Существующие правила оспариваются, в то время как новые ещё не появились [3].

В этой же работе [3] отмечается необходимость признания, что десятилетия углубления торговых связей способствовали быстрому, но неравномерному экономическому росту. Во многих странах с развитой экономикой бытует острое представление о том, что глобализация несправедливо вытеснила многие рабочие места из местного производства. И в этих жалобах есть некоторая доля правды, так как доля занятости в обрабатывающей промышленности в последние десятилетия в странах с развитой экономикой постоянно снижается, причём, и в странах с профицитом торгового баланса, как Германия, и с его дефицитом, как в США (рис. 1).

Анализируя развитие мировой экономики в 2024 г., специалисты Группы Всемирного банка (The World Bank Group) отмечают, что глобальный рост стабилизируется, инфляция снижена до трёхлетнего минимума и возвращается ближе к целевым показателям, а денежно-кредитное смягчение поддерживает активность. Однако перспективы роста остаются недостаточными, чтобы компенсировать ущерб, нанесенный несколькими годами негативных потрясений. Высокая неопределенность экономической политики и неблагоприятные изменения мировой торговли представляют собой основные негативные риски. Другие риски включают эскалацию геополитической напряженности, более высокую инфляцию и экстремальные погодные явления [4].

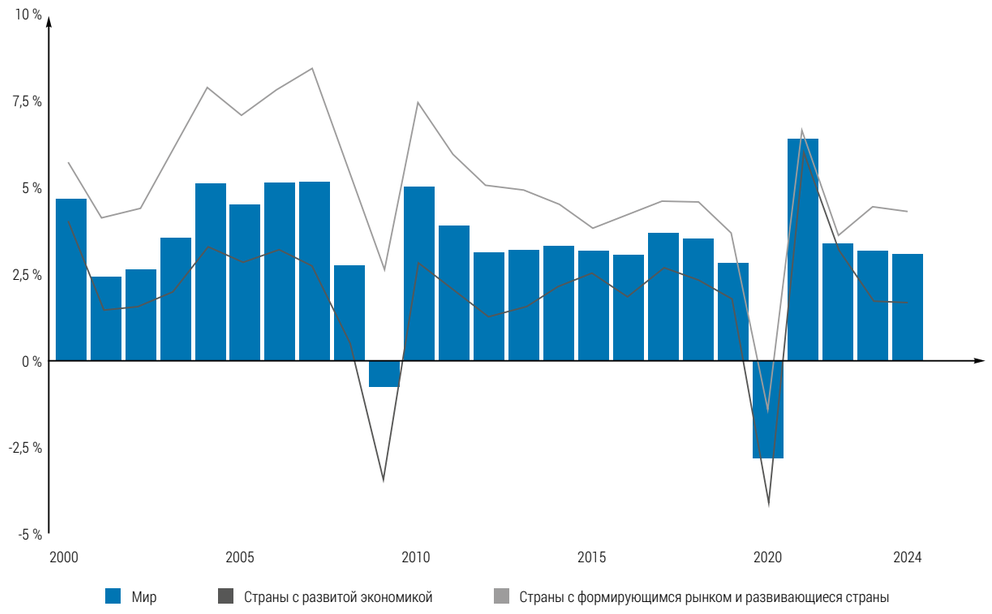
В пресс-релизе Группы Всемирного банка от 11 июня 2024 г. было отмечено, что в 2024 г., впервые за последние три года, темпы роста мировой экономики стабилизируются. Но стабилизируются на более низком по сравнению с недавними историческими показателями уровне (на уровне 2,6% против 3,1% за десять лет, предшествовавших пандемии COVID-19). Однако этот темп роста недостаточен для устойчивого экономического развития. Темпы роста в странах, в которых проживает 80% мирового населения, будут ниже, чем были в течение десятилетия до пандемии COVID-19 [5].

Мировая экономика сохраняет удивительную устойчивость, несмотря на неравномерные темпы роста в её различных регионах и насыщенность последних лет многочисленными неблагоприятными событиями

Похожую оценку ситуации дают и специалисты МЭА, отмечая, что после потрясений, вызванных пандемией, и последовавшего за ней восстановления мировой экономики, в 2024 г. наблюдалось дальнейшее замедление темпов её роста. В период с 2010 по 2019 год глобальный рост в среднем составил 3,2%, что близко к среднему показателю до пандемии в 3,4% (рис. 2).

Рис. 2. Годовые темпы изменения мирового ВВП, 2000–2024 гг.

Источник: [6]



МЭА в Global Energy Review отмечает, что в 2024 г. темпы роста мирового производства оставались устойчивыми, поскольку в США и ряде крупных стран с формирующимся рынком, включая Китай, наблюдался устойчивый рост. В то же время во всем мире заметно выросли индикаторы неопределенности экономической политики. Но хотя темпы роста мировой экономики и замедлились, в 2024 г. они были гораздо более стабильными, чем год назад (рис. 3).

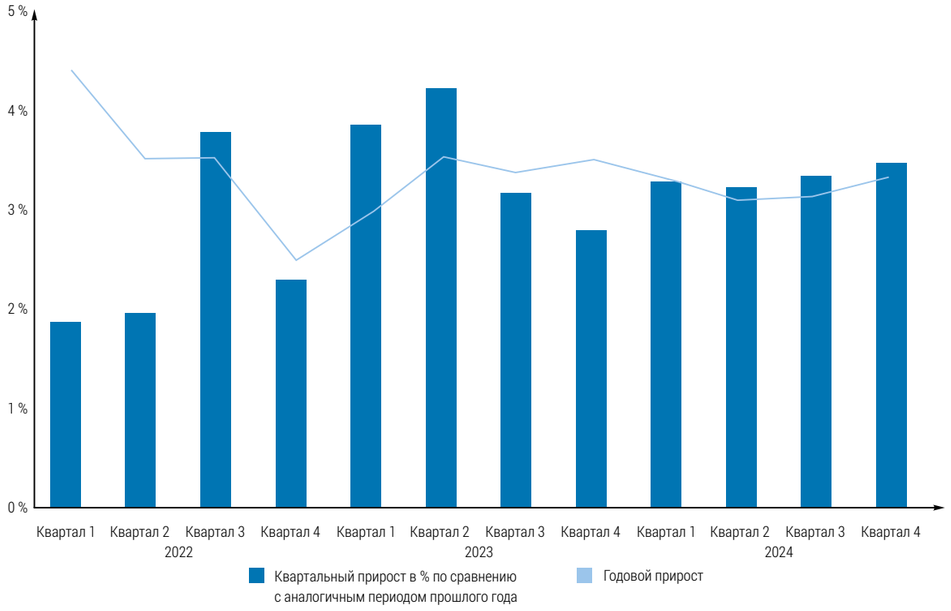


Рис. 3. Рост глобального ВВП

Источник: [7]

На сохранение различных значительных рисков указывают и эксперты ОЭСР. По их мнению, ключевой проблемой текущего развития является дальнейшая фрагментация мировой экономики. Более высокий и широкий рост торговых барьеров ударит по экономическому росту во всем мире и усилит инфляцию. Более высокая, чем ожидалось, инфляция обеспечит больше ограничений в денежно-кредитной политике, а это грозит разрушительной переоценкой на финансовых рынках. С другой стороны, более стабильная политическая среда снизит неопределенность, а соглашения о снижении тарифов по сравнению с нынешним уровнем и более амбициозные реформы структурной политики могут способствовать экономическому росту [7].

На этом фоне, подчёркивается в [4], необходимы решительные усилия в области глобальной и национальной политики для решения насущных проблем. На глобальном уровне приоритетами являются защита торговли, поддержка «зелёных» и цифровых переходов, облегчение бремени задолженности и повышение продовольственной безопасности. На национальном уровне сохраняющиеся инфляционные риски подчеркивают необходимость того, чтобы денежно-кредитная политика стран с формирующимся рынком оставалась ориентированной на стабильность цен. Высокий уровень долга и повышенные расходы на его обслуживание потребуют от директивных органов поиска путей устойчивого роста инвестиций при одновременном обеспечении бюджетной устойчивости. Для достижения целей в области развития и поддержания долгосрочного роста необходима структурная политика, направленная на увеличение темпов роста производительности, повышение эффективности государственных инвестиций, наращивание человеческого капитала и сокращение гендерных разрывов на рынке труда [4].

Как отметил Индермит Гилл, главный экономист и старший вице-президент Группы Всемирного банка, «перспективы беднейших стран мира внушают ещё большую обеспокоенность. Они сталкиваются с тяжелым бременем обслуживания долга, сокращением торговых возможностей и климатическими явлениями, которые обходятся дорого для экономики этих стран. Развивающимся странам необходимо найти способы стимулирования частных инвестиций, снижения государственного долга, совершенствования образования, здравоохранения и базовой инфраструктуры. Беднейшие из этих стран, особенно 75 стран, отвечающих критериям предоставления льготной помощи Международной ассоциации развития, не смогут добиться этого без международной поддержки». Соответственно, Всемирный банк ожидает, что в 2024 г. каждая четвёртая развивающаяся страна останется беднее, чем была накануне пандемии в 2019 г. Этот показатель вдвое выше в случае нестабильных и затронутых конфликтами стран. Более того, разрыв в уровне доходов между развивающимися и развитыми экономиками в 2020–2024 гг, по расчетам Всемирного банка, увеличится почти в половине развивающихся стран, и это будет самый высокий показатель с 1990-х гг. [5].

Инфляция в 2024 г. продолжила снижаться после резких скачков цен после пандемии и начала военных событий на Украине. Мировые цены на энергоносители также замедлились, при этом цены на нефть имеют тенденцию к снижению после максимумов 2022 г. Тем не менее, в 2024 г. геополитические риски сохранялись, и некоторые рынки оставались подверженными волатильности.

Оценки глобального спроса на энергию

Беспрецедентная серия потрясений мировой экономики, рассмотренная в предыдущем разделе, вкупе с постоянно нарастающей неопределённостью, определила темпы и пропорции развития глобального спроса на энергоресурсы. Геоэкономические сдвиги, новые рыночные реалии, быстро развивающиеся технологии чистой энергетики и энергетическая безопасность, доступность по цене и климатическая политика – всё это влияет на стабильность рынка и достижение общих целей в области климата и устойчивого развития.

По оценкам МЭА [6], мировой спрос на энергию в 2024 г. вырос на 2,2%, достигнув почти 650 ЭДж (15,522 млрд т н. э.). Это было вызвано заметным возвращением роста в странах с развитой экономикой, где спрос вырос почти на 1% (+2 ЭДж или 47,8 млн т н. э.) после снижения на 2% в 2023 г. Спрос в Европейском союзе вернулся к росту впервые с 2017 г. (за исключением восстановления после COVID-19 в 2021 г.), чему способствовало снижение цен на энергоносители. В США спрос вырос на 1,7%, в то время как спрос в Японии продолжил долгосрочное снижение, упав на 1,2%.

Заседание ОПЕК

Источник: Алексей Витвицкий / РИА «Новости»

Темпы роста спроса на энергоносители в странах с формирующимся рынком и в развивающихся странах замедлились в 2024 г., упав до уровня ниже 3% по сравнению с почти 4% в 2023 г. Это было вызвано замедлением роста спроса в Китае, который сократился вдвое по сравнению с 2023 г., что отчасти отражает последние последствия возобновления работы страны после пандемии в начале 2023 г. Рост также замедлился в Индии, упав до уровня ниже 5%.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

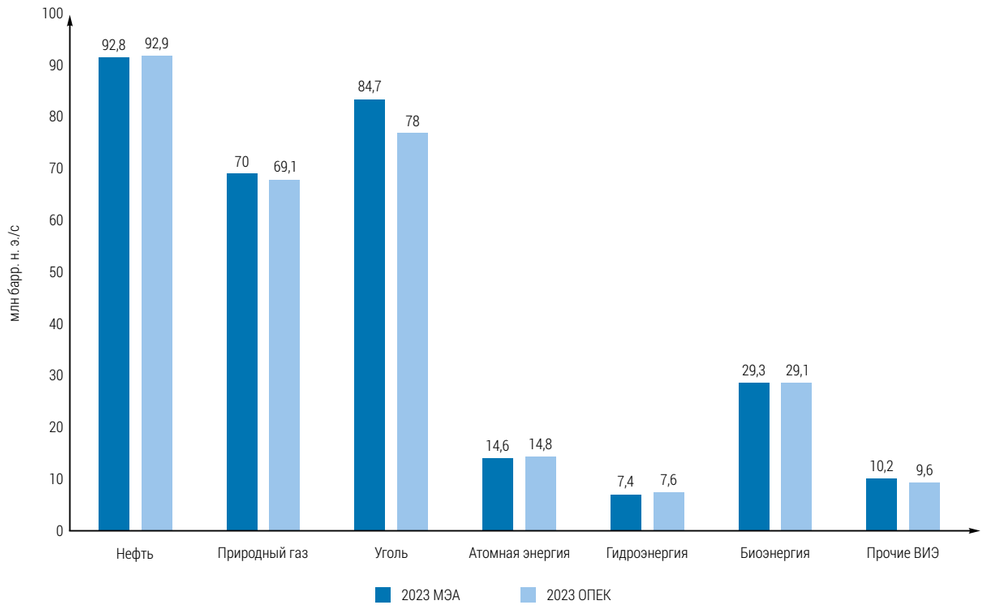
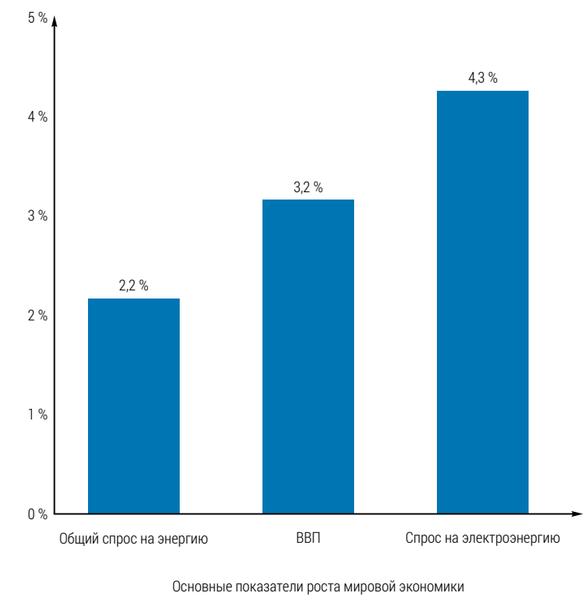
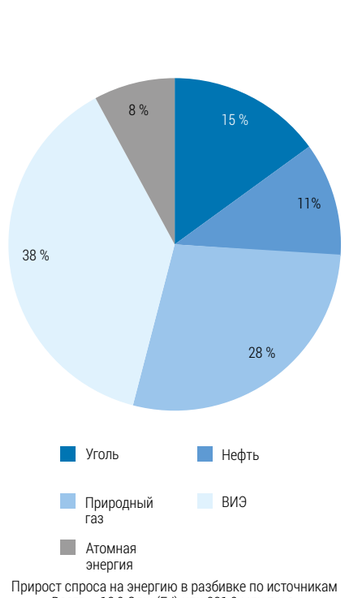


Рис. 4. Мировой спрос на первичные энергоресурсы в 2023 г. *Источник: [8]*



Основные показатели роста мировой экономики



Прирост спроса на энергию в разбивке по источникам
Всего – 13,9 Эдж (EJ) или 331,9 млн т н.э.

Рис. 5. Основные темпы роста мировой экономики и прирост спроса на энергию в разбивке по источникам, 2024 г. *Источник: [6]*

Тем не менее, несмотря на это замедление, четыре пятых общего роста мирового спроса на энергоносители по-прежнему приходится на страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны, причем три пятых от общего роста приходится на развивающиеся страны Азии. Рост только в Индии был больше, чем рост спроса во всех странах с развитой экономикой вместе взятых [6].

Разные элементы мировой энергетической системы демонстрировали очень разные темпы роста, отражая как влияние краткосрочных факторов, так и более глубокие структурные тренды. Глобальный спрос на энергию вырос в 2024 г. на 2,2%, то есть был выше, чем среднегодовой темп роста в 1,3%, наблюдаемый между 2013 и 2023 гг. Этот рост отчасти был вызван эффектом экстремальной погоды, который, по оценкам МЭА, добавил 0,3 процентных пункта к росту в 2,2%. Несмотря на это, спрос на энергию рос медленнее, чем глобальная экономика, которая увеличилась на 3,2% в 2024 г., что было близко к её долгосрочному среднему значению.

Структура мирового спроса на энергию в 2023 г., по оценкам МЭА и Секретариата ОПЕК, приведена на рис. 4. Основные темпы роста мировой экономики и прирост спроса на энергию в разбивке по источникам, 2024 г. показаны на рис. 5, а основные показатели развития мировой энергетики – в таблице 1.

Таблица 1. МЭА: основные показатели развития мировой энергетики в 2022–2024 гг. *Источник: по данным [6]*

	2022	2023	2024	Темпы роста 2022–2023	Темпы роста 2023–2024
Общее потребление энергии в мире по видам энергоресурсов, ЭДж					
Всего	622	634	648	1,8%	2,2%
в т. ч.: ВИЭ	89	92	97	3,1%	5,8%
Атомная энергия	29	30	31	2,2%	3,7%
Природный газ	144	145	149	0,7%	2,7%
Нефть	188	192	193	1,9%	0,8%
Уголь	172	175	177	2,0%	1,2%
Общее потребление энергии в мире по крупнейшим потребителям, ЭДж					
США	91	90	91	-1,4%	1,7%
ЕС	55	52	52	-4,5%	0,5%
Китай	160	169	174	5,7%	2,9%
Индия	43	45	48	6,7%	4,9%
Производство электроэнергии по источникам первичной энергии, ТВт·ч					
Всего	29 153	29 897	31 153	2,6%	4,2%
в т. ч.: ВИЭ	8 643	9 074	9 992	5%	10%
Атомная энергия	2 684	2 743	2 844	2,2%	3,7%
Природный газ	6 526	6 622	6 739	1,5%	2,6%
Нефть	801	762	738	-4,8%	-3,2%
Уголь	10 452	10 645	10 736	1,8%	0,9%
Производство электроэнергии по крупнейшим её производителям, ТВт·ч					
США	4 473	4 419	4 556	-1,2%	3,1%
ЕС	2 792	2 718	2 769	-2,6%	1,9%
Китай	8 947	9 564	10 205	6,9%	6,7%
Индия	1 814	1 958	2 059	7,9%	5,2%
Эмиссия CO_2 по источникам, (млн т CO_2)					
Всего	36 819	37 270	37 566	1,2%	0,8%
в т. ч. Природный газ	7 438	7 502	7 684	0,9%	2,4%
Нефть	11 250	11 344	11 377	0,8%	0,3%
Уголь	15 192	15 489	15 623	2,0%	0,9%
Биоэнергия и отходы	240	241	250	0,7%	3,5%
Пром. процессы	2 700	2 694	2 632	-0,2%	-2,3%
Эмиссия CO_2 по основным странам – эмитентам, (млн т CO_2)					
США	4 717	4 567	4 546	-3,2%	-0,5%
ЕС	2 683	2 455	2 401	-8,5%	-2,2%
Китай	12 013	12 552	12 603	4,5%	0,4%
Индия	2 691	2 836	2 987	5,4%	5,3%

Интересно также отметить, что МЭА, последовательно выступая за снижение и даже прекращение использования ископаемых энергоресурсов, в том числе и нефти, после энергетического кризиса 2021–2022 гг. вынуждено было признать, что без углеводородных ресурсов мировая экономика в ближайшие десятилетия обойтись не сможет. Зависимость от нефти и газа остаётся высокой, ископаемые виды топлива в 2023–2024 гг. по-прежнему удовлетворяли свыше 80% мирового спроса на энергию (таблица 1), и эта доля очень постепенно снижается с 2011 г., когда она составляла 83%.

На мировой спрос на энергоносители в 2024 г. повлияли экстремальные температуры этого года: 2024 г. был самым тёплым годом за всю историю наблюдений. Отсюда – и рост потребления энергии для охлаждения, и снижение выработки электроэнергии на ГЭС. По оценкам МЭА, температурные эффекты внесли свой вклад примерно в 20% в увеличение спроса на электроэнергию и природный газ и привели к общему росту спроса на уголь. В 2024 г. погодные явления составили также около половины роста энергетически обусловленной эмиссии CO_2 [6].

Анализ спроса на нефть и другие жидкие углеводороды и развития нефтяного рынка

Как справедливо отмечают эксперты агентства «Прайм», мировой рынок нефти в 2024 г. был в напряжении, едва удерживаясь между ожиданиями от ближневосточного конфликта и действий ОПЕК+. На него влияли не только события, но и ожидания, часть которых «разгонялись» с вполне понятными спекулятивными целями. Ключевыми фундаментальными событиями, определявшие цены на нефть в течение года, являлись низкие по сравнению с прогнозами темпы роста спроса на нефть в Китае и балансирующие решения ОПЕК+. Главными ожиданиями – обострение ближневосточного конфликта и резкие предвыборные заявления в США, влияние которых явно преувеличивалось

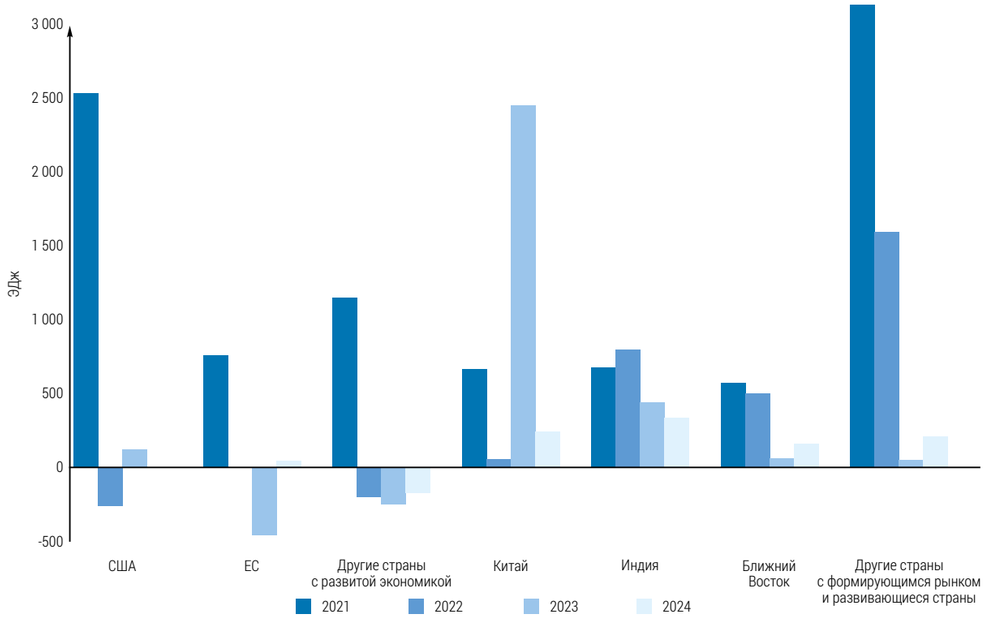


Рис. 6. Изменение спроса на нефть по регионам мира

Источник: [6]

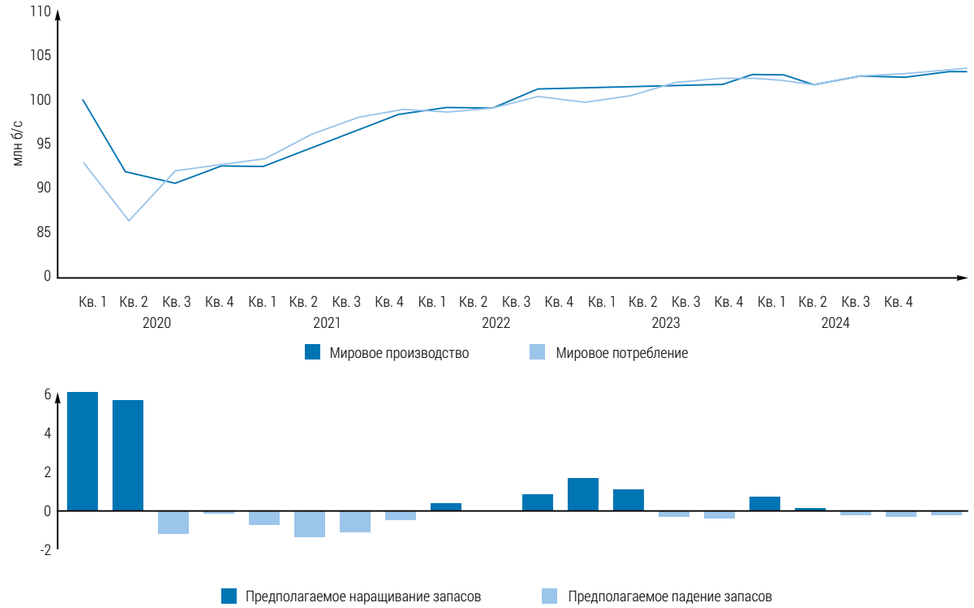


Рис. 7. Мировой баланс производства и потребления жидких видов топлива

Источник: [9] по данным [11]

[9]. В результате рост мирового спроса на нефть в 2024 г. заметно замедлился и составил всего 0,8% по сравнению с ростом на 1,9% в 2023 г.

При этом спрос на нефть в странах с развитой экономикой в 2024 г. в основном не изменился (снижение составило всего 0,1% по сравнению с предыдущим годом), а в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах вырос всего на 1%.

Доля нефти в общем спросе на энергоносители впервые упала ниже 30%, спустя 50 лет после пика в 46%. Тем не менее, тенденции различаются в зависимости от сектора и региона (рис. 6).

Так, спрос на нефть со стороны мирового автомобильного транспорта немного снизился, что было обусловлено снижением его в Китае (–1,8%) и странах с развитой экономикой (–0,3%). Спрос на нефть со стороны авиации и нефтехимии вырос.

В целом же, как отмечает МЭА, в 2024 г. общее предложение нефти соответствовало мировому спросу на неё на уровне 102,9 млн б/с [10]. К аналогичному выводу пришли и эксперты EIA США, хотя и на несколько более низком уровне (рис. 7), тогда как специалисты Секретариата ОПЕК отмечают некоторый дефицит предлагаемого сырья (таблица 2).

Таблица 2. Оценки производства и потребления нефти и других жидких видов топлива в 2023–2024 гг.

Источник: по данным U. S. Energy Information Administration, STEO УЭИ США, IEA OMR МЭА и OPEC MOMR за соответствующие периоды времени

		2023				2023, с/год.	2024				2024, с/год.
		1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.		1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	
Производство, всего	УЭИ	101,11	101,48	101,69	102,90	101,80	102,21	102,83	102,69	103,27	102,75
	МЭА	102,1	101,9	102,1	103,0	102,3	101,9	103,3	103,2	103,5	102,9
	ОПЕК	6879	101,34	101,3	101,31	102,0	102,2	102,2	102,0	102,6	102,4
Потребление, всего	УЭИ	100,97	101,95	102,42	102,50	101,96	101,95	102,84	103,01	103,15	102,74
	МЭА	102,1	101,9	102,1	103,0	102,3	101,9	103,0	103,2	103,5	102,9
	ОПЕК	101,57	101,47	102,12	103,28	102,2	102,8	103.0	104,0	105,5	103,75

	МЭА	ОПЕК	УЭИ США
Страны ОЭСР, всего	45,7	45,8	45,7
в т. ч. – Америки	25	25	24,5
из них, США	20,35	20,5	20,3
Европы	13,5	13,5	14,2
Азии и Океании	7,2	7,2	6,9
Страны, не входящие в ОЭСР, всего	57,2	5,8	57,1
в т. ч. – Азии	31,5	31,9	30,9
из них, Китай	16,6	16,7	16,3
Индия	5,6	5,6	5,5
Ближнего Востока*	9,2	8,8	9,6
Латинской Америки	6,4	6,8	6,8
Европы и Евразии	5,8	6	5,1
из них, Россия	3,8	4	3,9
- Африки	4,3	4,5	4,6
ВСЕГО	102,9	103,7	102,8

* Различия между базовыми показателями МЭА и ОПЕК по Ближнему Востоку связаны с источниками данных. Источниками данных Секретариата ОПЕК являются национальные источники, а также прямая связь со странами – членами ОПЕК.

Таблица 3. Оценки спроса в 2024 г. на нефть и другие виды жидкого топлива по основным регионам и странам мира

Источник: [13] по данным [11], [14] и [15]

Если рассматривать отдельно нефть, другие жидкости и продукты нефтепереработки, то можно увидеть более сложную картину. Так, в 2024 г. на рынках нефти наблюдался дефицит предложения, поскольку добыча нефти и конденсата снизилась на 120 тыс. б/с по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. В то же время добыча ШФЛУ и производство биотоплива увеличилась на 570 и 200 тыс. б/с, соответственно [10]. В целом же МЭА констатирует, что по итогам 2024 г. произошло резкое замедление спроса на нефть по сравнению с высокими темпами 2023 г., когда оживление китайского рынка подтолкнуло глобальный спрос до 2,1 млн б/с [12].

Мировой спрос на энергию в 2024 г. вырос на 2,2%, достигнув 15,52 млрд т н. э. Это вызвано возвращением тенденций роста в странах с развитой экономикой, где он увеличился на 1%

По оценкам EIA США, среднегодовое потребление жидкого топлива в мире в 2024 г. увеличилось всего на 0,9 млн б/с против 2,4 млн б/с в 2023 г. При этом EIA США считает, что в 2024 г. рост мирового потребления нефти не достигает допандемийного тренда (рис. 8).Основная причина подобного снижения – минимальный рост спроса на нефть со стороны стран-членов ОЭСР.

Оценки спроса на жидкие виды топлива в 2024 г., сделанные в январе 2025 г. МЭА, Секретариатом ОПЕК и EIA США, приведены в табл. 3, а их прогнозы, сделанные теми же организациями и опубликованные в январе 2024 г., – на рис. 9.

Нефтяные рынки долгое время полагались на кажущийся бесконечным рост спроса в Китае. Более того, как считают эксперты МЭА, Китай был краеугольным камнем роста мирового спроса на нефть во всём столетии. Динамичная производственная деятельность, огромные инвестиции в инфраструктуру и растущее благосостояние населения численностью в 1,5 млрд человек привели к ощущениям, что предела неумолимого роста потребления нефти в этой стране не будет. За последнее десятилетие ежегодный прирост спроса на нефть в Китае в среднем превышал 600 тыс. б/с, что составляет более 60% от общего среднемирового прироста [16].

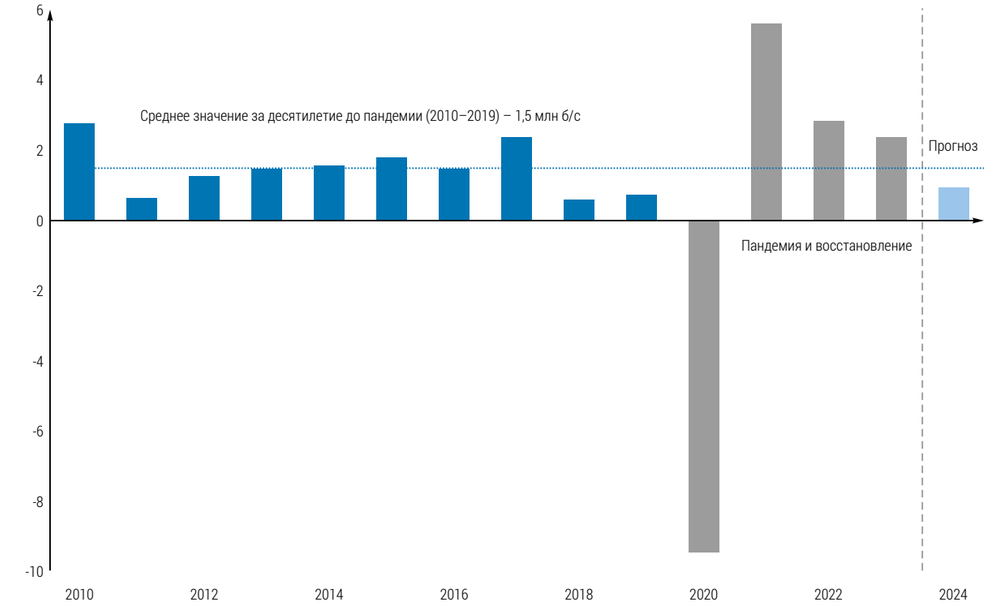


Рис. 8. Годовые изменения глобального потребления жидкого топлива, млн б/с

Источник: [9]

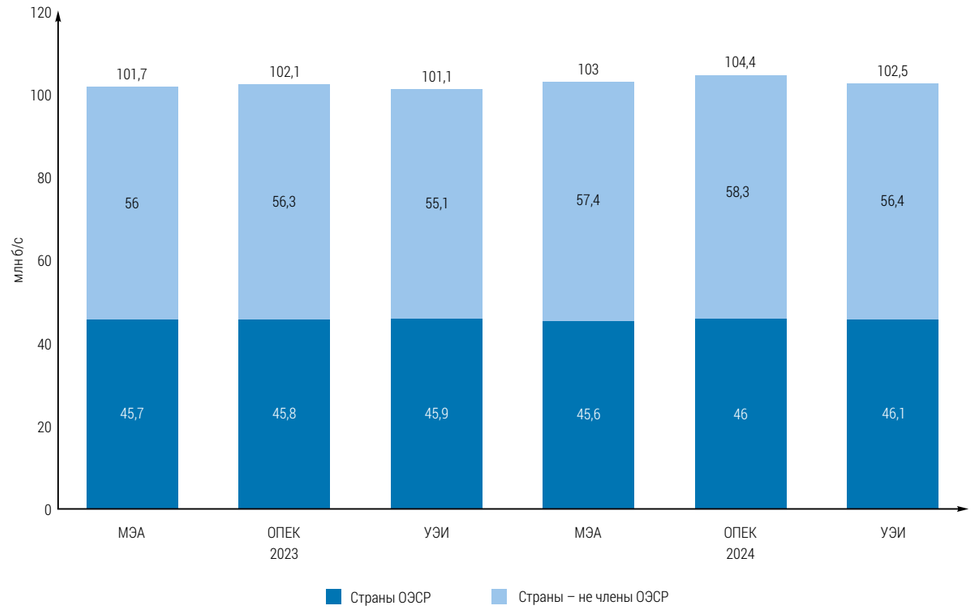


Рис. 9. Прогнозы спроса на жидкие виды топлива на 2023 и 2024 гг., сделанные МЭА, ОПЕК и УЭИ США

Источник: [9]

Однако данные 2024 г. показывают, что за этот год ситуация изменилась. Так, эксперты Energy Tracker Asia считают, что Китай вступает в эпоху структурного ослабления спроса на нефть в рамках своих целей по декарбонизации и стратегии по продвижению электрификации транспорта. Причём, постепенный отход страны от топлива на основе нефти и производство электромобилей по конкурентоспособным ценам могут вдохновить страны Юго-Восточной Азии пойти по тому же пути, улучшая свою энергетическую безопасность и прогресс в декарбонизации [17].

По мнению экспертов МЭА, причиной снижения спроса на топливо на основе

Офис МЭА
Источник: kayhanlife.com

нефти является продолжение значительной трансформация китайской экономики и транспортного сектора, в частности [18]. Так, общее потребление сырой нефти в Китае в 2024 г. снизилось на 1,2%, а потребление основных нефтепродуктов в 2024 г. было на 2,5% ниже уровня 2021 г. Примечательно также, что эти цифры лишь немного выше, чем в 2019 г. [17].

Замедление роста спроса на нефть в 2024 г. привело к уменьшению и импорта сырой нефти по сравнению с рекордным уровнем, установленным в 2023 г.

Китай, крупнейший в мире импортёр сырой нефти, в 2024 г. получил её в объёме 11,1 млн б/с против 11,3 млн б/с в 2023 г. Несмотря на то, что общий объём импорта сократился примерно на 2%, импорт из одних стран вырос, а из других снизился [19].

Следует подчеркнуть, что все эти изменения обусловлены государственной политикой Китая, которая всё больше отдает приоритет энергетической безопасности и борьбе с загрязнением окружающей среды, а также направлена на переход экономики от промышленного производства к модели, основанной на услугах.

Анализ добычи нефти и производства других жидких углеводородов

Ещё в начале 2024 г. МЭА прогнозировало, что мировые поставки нефти в течение года вырастут на 1,5 млн б/с до нового максимума в 103,5 млн б/с, чему будет способствовать рекордная добыча в США, Бразилии, Гайане и Канаде. В целом же, добыча в странах, не входящих в ОПЕК+, будет доминировать в 2024 г., составляя около 1,5 млн б/с. Напротив, поставки стран ОПЕК+ останутся в целом стабильными по сравнению с 2023 г., при условии, что дополнительные добровольные сокращения, которые начались в январе 2024 г., будут постепенно сворачиваться уже во втором квартале [20].

В действительности же, мировое производство нефти и других жидких углеводородов в 2024 г. составило, по оценкам Секретариата ОПЕК, EIA США и МЭА, от 102,4 до 102,9 млн б/с, увеличившись за год, соответственно, на 0,4, 0,95 и 0,6 млн б/с (таблица 3). Прирост был обеспечен за счёт стран, не входящих в ОПЕК+, прежде всего США, Канады и Гайаны.

В течение 2024 г. рынок оставался достаточно волатильным, периоды дефицита сменялись периодами профицита. Однако в среднем по году, несмотря на тенденцию к замедлению мирового спроса на нефть, на рынке преимущественно сохранялся дефицит, который, по оценкам EIA США, в среднем составил 0,2 млн б/с (таблица 4).

Ключевым фактором дефицита стал неоднократный перенос сокращения добровольных ограничений на добычу нефти странами ОПЕК+[2]. Кроме того, по данным

[2] По данным портала https://www.opec.org/, первое соглашение об ограничении добычи нефти между странами ОПЕК+, так называемое «Венское соглашение», было достигнуто на 171-м заседании конференции ОПЕК, состоявшейся 30 ноября 2016 г. в Вене. 10 декабря 2016 г. в Вене, в секретариате ОПЕК, оно было подписано. В декабре 2018 г. в Вене было подписано второе Соглашение между 24 государствами группы ОПЕК+ о сокращении объёмов добычи нефти, направленное на стабилизацию цен на мировом рынке нефти.
В мае – июне 2020 г. группа ОПЕК+ заключила очередное соглашение о снижении добычи нефти на 9,7 млн б/с. 30 ноября 2023 г. страны ОПЕК+ договорились о новом добровольном сокращении добычи нефти на общую величину порядка 2,2 млн б/с, одновременно продлив свое текущее добровольное сокращение.
3 Марта 2024 г. Секретариат ОПЕК принял к сведению заявления нескольких стран ОПЕК+ о продлении дополнительных добровольных сокращений на 2,2 млн б/с, направленных на поддержку стабильности и баланса нефтяных рынков. 3 апреля 2024 г. на 53-м заседании Совместного министерского мониторингового комитета ОПЕК+ (Joint Ministerial Monitoring Committee – JMMC) были согласованы дополнительные добровольные корректировки объёмов производства нефти.
2 июня 2024 г. состоялась 37-я министерская встреча стран ОПЕК и стран, не входящих в ОПЕК, на которой было принято решение продлить действие соглашения о сокращении добычи нефти до конца 2025 г. и оставить без изменения квоты для всех стран, кроме ОАЭ. 5 декабря 2024 г. на 38-й Министерской встрече ОПЕК и стран, не входящих в ОПЕК страны-экспортёры нефти снова договорились продлить период сокращенной добычи. Они продлили добровольные сокращения добычи нефти на 2,2 млн б/с до конца марта 2025 г., а ограничения на 1,65 млн б/с – до конца 2026 г. Кроме того, альянс продлил и общее ограничение на добычу для всех участников ОПЕК+, которое действовало до конца 2025 г., на 2026 г.

	2023				2023, с/год.	2024				2024, с/год.
	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.		1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	
Производство, всего	101,11	101,48	101,69	102,90	101,80	102,21	102,83	102,69	103,27	102,75
в т. ч.: – страны ОПЕК	32,77	32,46	31,63	31,88	32,18	32,40	32,48	32,33	32,35	32,39
- страны не ОПЕК	68,33	69,02	70,06	71,02	69,62	69,81	70,35	70,37	70,93	40,37
из них:										
- С. Америка	28,91	29,29	30,16	30,80	29,80	29,90	30,59	30,84	31,52	30,71
в т. ч., США	21,05	21,69	22,27	22,60	21,91	21,91	22,77	22,88	23,30	22,72
- Ц. и Ю. Америка	6,31	6,99	7,62	7,40	7,09	7,01	7,50	7,74	7,33	7,39
в т. ч., Бразилия	3,55	4,19	4,82	4,49	4,27	3,90	4,39	4,67	4,15	4,28
- Европа	4,01	3,95	3,84	3,94	3,94	3,94	3,86	3,73	3,89	3,85
- Евразия	14,11	13,65	13,42	13,70	13,72	13,81	13,42	13,21	13,21	13,41
в т. ч., Россия	11,06	10,68	10,58	10,70	10,75	10,83	10,55	10,34	10,42	10,53
- Бл. Восток	3,22	3,26	3,23	3,21	3,23	3,14	3,17	3,15	3,17	3,16
- Африка	2,55	2,64	2,67	2,71	2,64	2,63	2,50	2,55	2,58	2,57
- Азия и Океания	9,21	9,24	9,12	9,26	9,21	9,37	9,31	9,15	9,24	9,27
в т. ч., Китай	5,32	5,32	5,19	5,23	5,26	5,39	5,36	5,29	5,30	5,33
Потребление, всего	100,97	101,95	102,42	102,50	101,96	101,95	102,84	103,01	103,15	102,74
в т. ч.: страны ОЭСР	45,22	45,68	46,04	46,08	45,76	44,82	45,60	46,19	46,08	45,68
из них – США	19,78	20,50	20,49	20,68	20,37	19,92	20,48	20,62	20,68	20,43
- Канада	2,33	2,47	2,63	2,37	2,45	2,37	2,30	2,45	2,38	2,38
- Европа	13,09	13,55	13,64	13,33	13,40	12,87	13,64	14,01	13,55	13,52
- Япония	3,73	3,10	3,10	3,44	3,34	3,44	2,95	2,91	3,26	3,14
- прочие	6,29	6,06	6,19	6,26	6,20	6,22	6,22	6,20	6,21	6,21
др. страны	55,75	56,27	56,37	56,42	56,21	57,13	57,24	56,82	57,07	57,06
из них – Евразия	4,66	4,82	5,16	5,06	4,93	4,84	5	5,36	5,26	5,11
в т. ч. – РФ	3,54	3,64	3,95	3,80	3,73	3,69	3,79	4,12	3,96	3,89
- Европа	0,74	0,76	0,77	0,77	0,76	0,76	0,77	0,78	0,78	0,77
- Китай	16,02	16,21	15,90	16,11	16,06	16,57	16,47	15,93	16,27	16,31
- прочая Азия	14,58	14,46	13,92	14,32	14,32	14,99	14,83	14,16	14,59	14,64
- прочие страны	19,75	20,02	20,63	20,17	20,14	19,98	20,16	20,59	20,18	20,23

Примечания: 1) производство включает добычу сырой нефти (включая конденсат), ШФЛУ, производство биотоплива и других жидкостей; 2) потребление нефти странами, не входящими в ОЭСР, является «видимым потреблением», которое включает внутреннее потребление, топливо для нефтепереработки и потери, а также бункеровку; 3) данные по 2024 г. – уточнённые в апреле 2025 г.

Таблица 4. УЭИ США: Мировое производство и потребление нефти и других жидких видов топлива, млн барр./сутки

Источник: по данным STEO. U. S. Energy Information Administration [22] и [23]

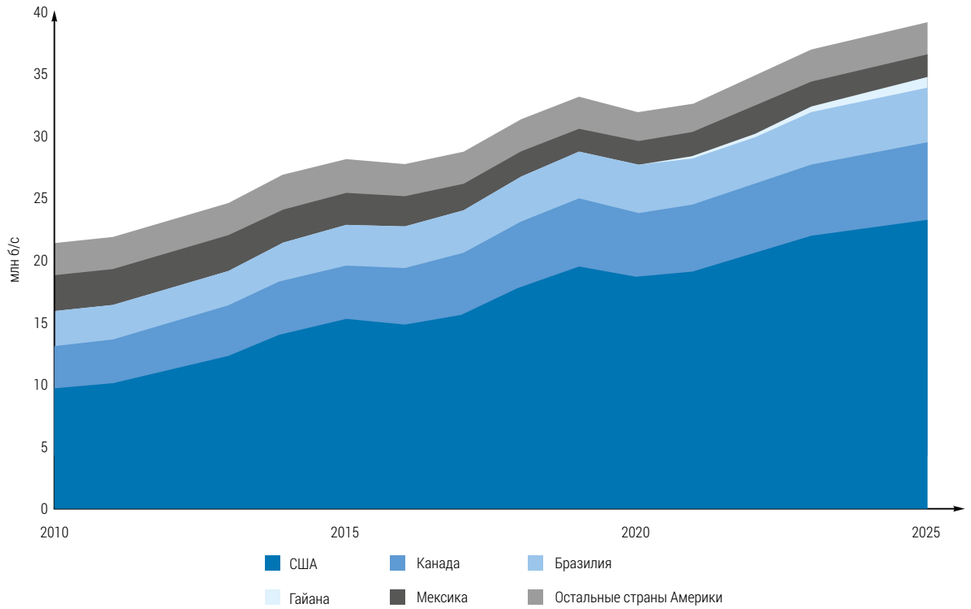


Рис. 10. Добыча нефти и других жидких углеводородов в странах Америки

Источник: [24]

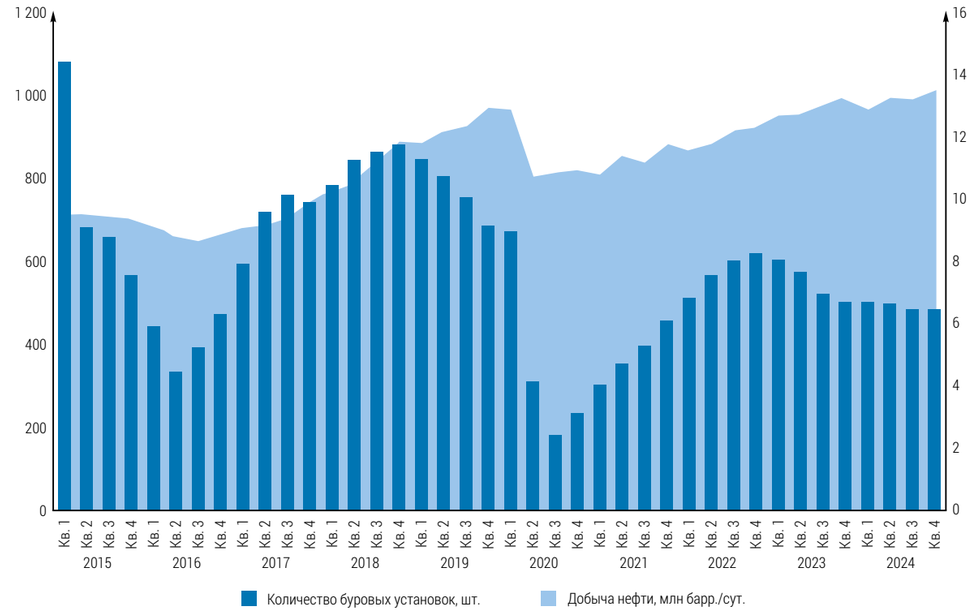


Рис. 11. Динамика объёмов добычи нефти (без учета прочих жидких углеводородов) и количества активных нефтяных буровых установок в США, 2015–2024 гг.

Источник: [21] по данным EIA и Baker Hughes

американского EIA, в этом же направлении действовало и фактическое снижение добычи нефти странами альянса [21].

Так, в первом квартале 2024 г. восемь стран ОПЕК+, в том числе Россия и Саудовская Аравия, добровольно согласились снизить производство нефти на 2,2 млн б/с. [20]. Изначально страны планировали начать постепенно восстанавливать добычу с октября 2024 г., но из-за снижения мировых цен на нефть они перенесли начало смягчения ограничений на декабрь 2024 г. В декабре 2024 г. страны ОПЕК+ в очередной раз перенесли сокращение добровольных ограничений на добычу нефти. Теперь постепенное увеличение предложения ожидается со II кв. 2025 г.

По оценкам EIA США, мировая добыча жидких углеводородов вне ОПЕК+ выросла в 2024 г. на 1,8 млн б/с. Движущей силой этого роста является увеличение добычи сырой нефти в четырех странах Северной и Южной Америки – США, Гайане, Канаде и Бразилии, причём большая часть этого роста приходится на США (рис. 10).

США в 2024 г. продолжали добывать больше нефти и других жидких углеводородов, чем любая другая страна мира. Добыча только сырой нефти в США увеличилась в 2024 г. до 13,2 млн б/с, отчасти благодаря повышению эффективности при меньшем количестве буровых установок (рис. 11). Однако вероятность новых рекордов добычи незначительна – инвесторы, уставшие от многолетних буровых спадов, вызванных долговой нагрузкой, хотят, чтобы компании отдавали приоритет прибыли, а не росту[3].

В течение последних семи лет подряд США добывали больше сырой нефти, чем любая другая страна в любое время. Как уже было отмечено выше, добыча сырой нефти в США, включая конденсат, в 2024 г. в среднем составила 13,2 млн б/с, побив предыдущий рекорд США и мира в 12,9 млн б/с, установленный в 2023 г. (рис. 12).

В 2023 г. на долю США, России и Саудовской Аравии приходилось 40% (32,8 млн б/с) всей мировой добычи нефти. С 1971 г. эти три страны произвели больше нефти,

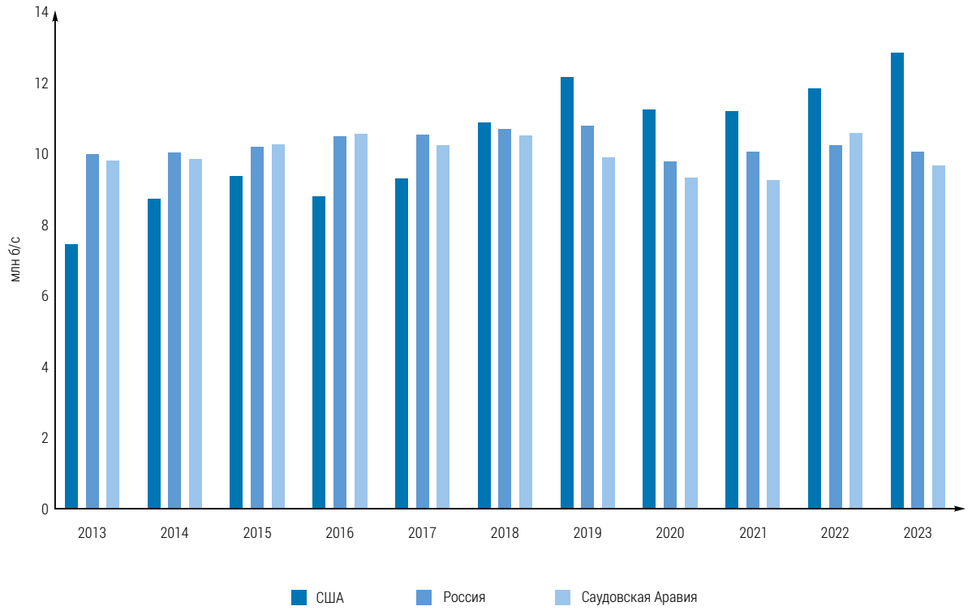


Рис. 12. Объёмы среднегодовой добычи нефти, включая конденсат, в трёх её ведущих продуцентах.

Источник: [26]

[3] Количество нефтегазовых буровых установок сократилось примерно на 5% в 2024 г. и на 20% в 2023 г., поскольку более низкие цены на нефть и газ в США за последние пару лет побудили энергетические компании больше сосредоточиться на повышении доходности акционеров и погашении долга, а не на увеличении добычи [25].

чем любое другое государство мира, хотя за последние пять десятилетий первое место среди них менялось. Для сравнения, следующие три крупнейшие страны-производители – Канада, Ирак и Китай – в совокупности в том же 2023 г. произвели 13,1 млн б/с, что лишь немного больше, чем было её произведено только в США (рис. 13).

В 2017 г. Россия занимала первое место в мире по добыче сырой нефти, но с тех пор рост добычи в нашей стране отстаёт от роста добычи в США. Среднегодовое производство нефти в России достигло пика в 2019 г., и составило 10,8 млн б/с, но эта величина была на 1,4 млн б/с меньше, чем в США[4].

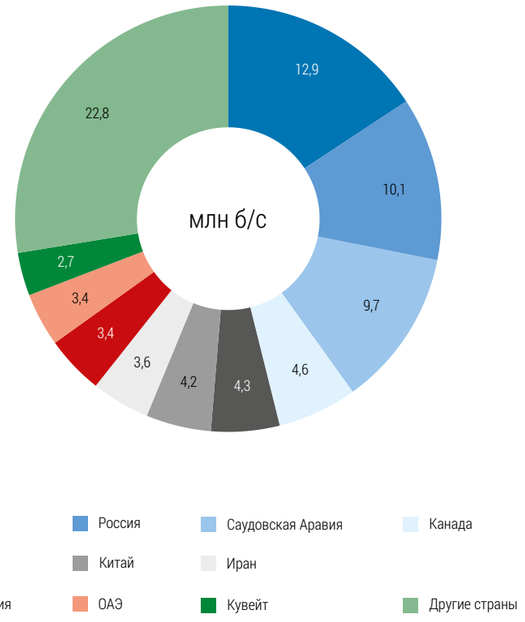


Рис. 13. Мировая добыча нефти, включая конденсат, в 2023 г. в страновом разрезе

Источник: [26]

В 2022 г. Россия вошла в число стран ОПЕК+, объявивших о сокращении добычи в ноябре 2022 г., а в феврале 2023 г. она дополнительно объявила о добровольном снижении добычи ещё на 500 тыс. б/с.

По мнению Правительства РФ, сделка ОПЕК+ положительно сказывается на доходах России. За счёт роста цен на российскую нефть доля нефтегазовых доходов в федеральном бюджете страны в 2024 г., по данным заместителя председателя Правительства РФ А. Новака, составила порядка 30%. По его же оценке, добыча нефти в России по итогам 2024 г. снизилась на 2,6% – до 516 млн т [27].

Несмотря на то, что официально это были добровольные сокращения, которые привели к снижению добычи в России, EIA США считает, что основной причиной сокращений стали санкции и добровольные решения компаний в ответ на начало военных действий на Украине. Однако фактическое сокращение добычи оказалось меньше, чем ожидалось, и, по оценкам EIA, производство нефти в России в 2023 г. снизилось всего на 200 тыс. б/с, до 10,1млн б/с [26].

На прогнозирование и оценки добычи нефти в нашей стране существенное влияние оказывали и ожидания результатов экономических санкций, введённых против России «странами Запада». Кроме того, в этом же направлении действовали и ожидания от ограничения («потолка») цен на нефть, которые страны «Большой семерки» (G7) и ЕС стали вводить с 2022 г. В течение всего 2024 г. страны G7 постоянно возвращались к идее ужесточения ограничений цен на российскую нефть. При этом, по сведениям агентства Bloomberg, изучаемые ими варианты варьировались от полного запрета до снижения потолка цены до 40 долларов за баррель [28].

[4] По данным bp Statistical Review of World Energy 2021, в 2019 г. добыча нефти, включая ШФЛУ и конденсат, составила в России 11,679 млн б/с или 573,4 млн т [30].

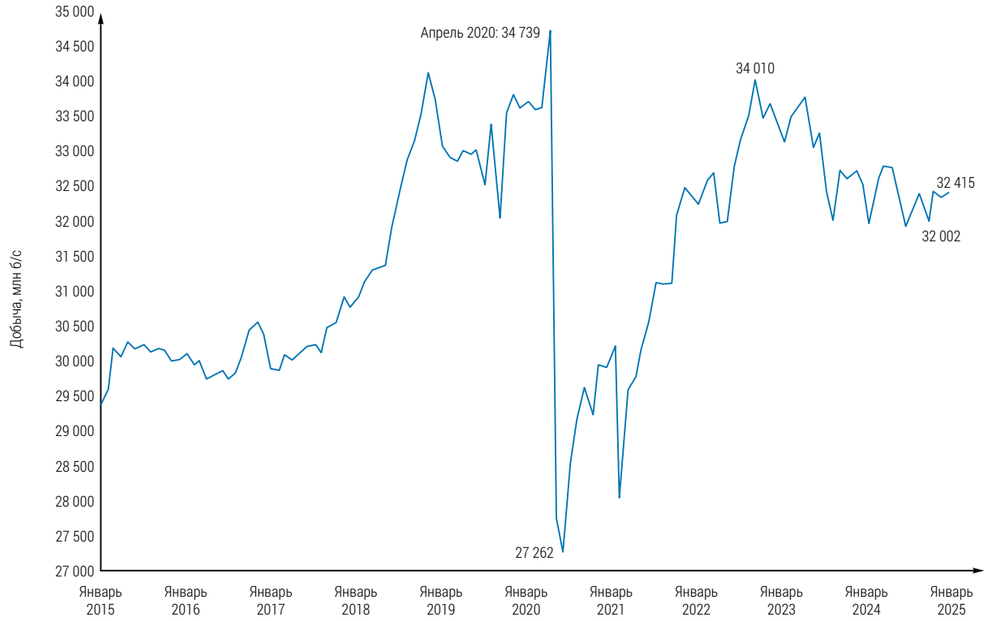


Рис. 14. Добыча нефти странами «Большой тройки» в период с января 2015 г. по январь 2025 г.

Источник: [29]

Динамика помесячной добычи «большой нефтяной тройкой» (США, Россия и Саудовская Аравия) нефти, включая конденсат, в период с января 2015 г. по январь 2025 г. показана на рис. 14.

Исторический пик добычи нефти «Большой тройкой» пришёлся на апрель 2020 г. и составил 34,739 млн б/с. Этот пик был связан с большим увеличением добычи в Саудовской Аравии. После пандемии COVID-19 добыча достигла пика в 34,010 млн б/с в сентябре 2022 г. Снижение добычи с тех пор в первую очередь связано с сокращениями в Саудовской Аравии и России. Добыча нефти «Большой тройкой» в декабре 2024 г. увеличилась на 55 тыс. б/с и составила 32,415 млн б/с, что на 1,595 млн б/с ниже пост-пандемического максимума сентября 2022 г. [29].

Зависимость от нефти и газа остаётся высокой, полезные ископаемые в 2024 г. по-прежнему удовлетворяли 80% мирового спроса на энергию, и эта доля сопоставима с показателем 2011 г. в 83%

Последние 7 лет США добывали больше нефти, чем любая другая страна в любое время. В 2024 г. добыча США вышла на рекордные 13,2 млн б/с, побив свой же максимум в 12,9 млн б/с в 2023 г.

Однако вернёмся к США. Основным регионом добычи нефти в этой стране в последние годы стал Пермский бассейн, расположенный в штатах Техас и Нью-Мексико. Именно этот регион обеспечил в 2024 г. почти весь прирост добычи нефти в США, произведя её порядка 6,3 млн б/с, то есть 48% от общего объёма добычи сырой нефти в Соединенных штатах (рис. 15).

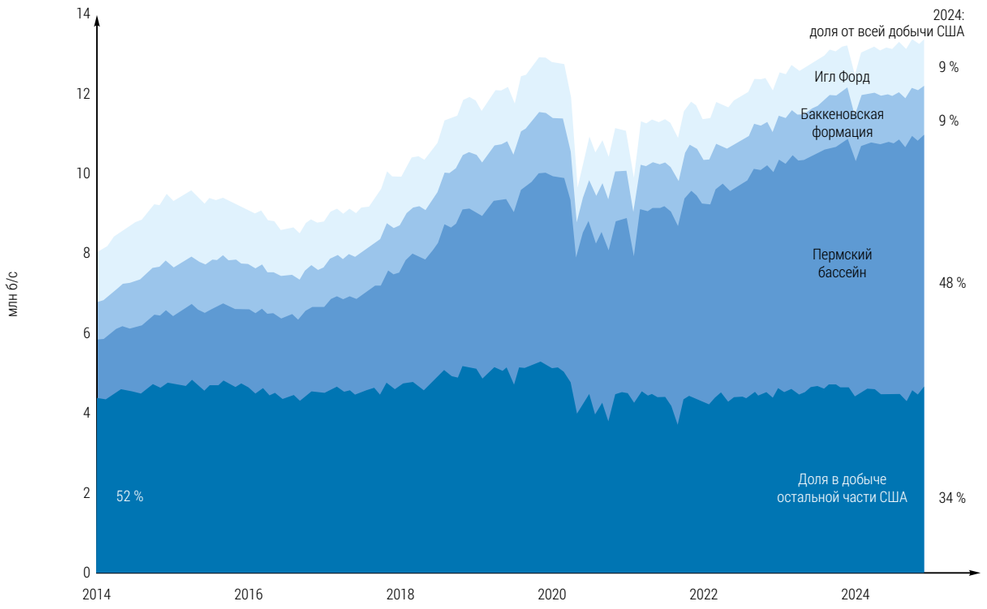
Что же касается стран ОПЕК и ОПЕК+, то производство нефти в них, по оценкам EIA США, в 2024 г. вновь сократилась, составив 47% (35,7 млн б/с) всей мировой добычи сырой нефти (рис. 16). Однако МЭА считает, что в результате сочетания сдерживающих факторов со стороны производителей, внепланового технического обслуживания и политической дестабилизации, среднесуточная добыча альянса ОПЕК+ в 2024 г. снизилась только на 0,1 млн б/с. от уровня 2023 г., до 41,5 млн б/с [32]. При этом избыточные мощности ОПЕК по добыче сырой нефти в 2024 г. составили 4,6 млн б/с, что на 103% (2,3 млн б/с) больше, чем в 2019 г. [24].

Крупнейшим производителем нефти в ОПЕК является Саудовская Аравия, на долю которой приходится около трети от общего объёма поставок группы. В 2024 г. Саудовская Аравия добывала 9 млн б/с, что на 13% (1,4 млн б/с) меньше по сравнению с 2022 г. – до того, как ОПЕК+ объявила о продлении дополнительных добровольных сокращений.

Среди членов ОПЕК+ крупнейшим производителем сырой нефти в 2024 г., была Россия, добывающая в среднем 9,2 млн б/с. После России и Саудовской Аравии крупнейшими производителями по объёму стали Ирак (4,4 млн б/с), Объединенные Арабские Эмираты (2,9 млн б/с) и Кувейт (2,5 млн б/с).

Рис. 15. Ежемесячная добыча нефти в основных регионах США (январь 2014 – декабрь 2024 гг.)

Источник: [31]



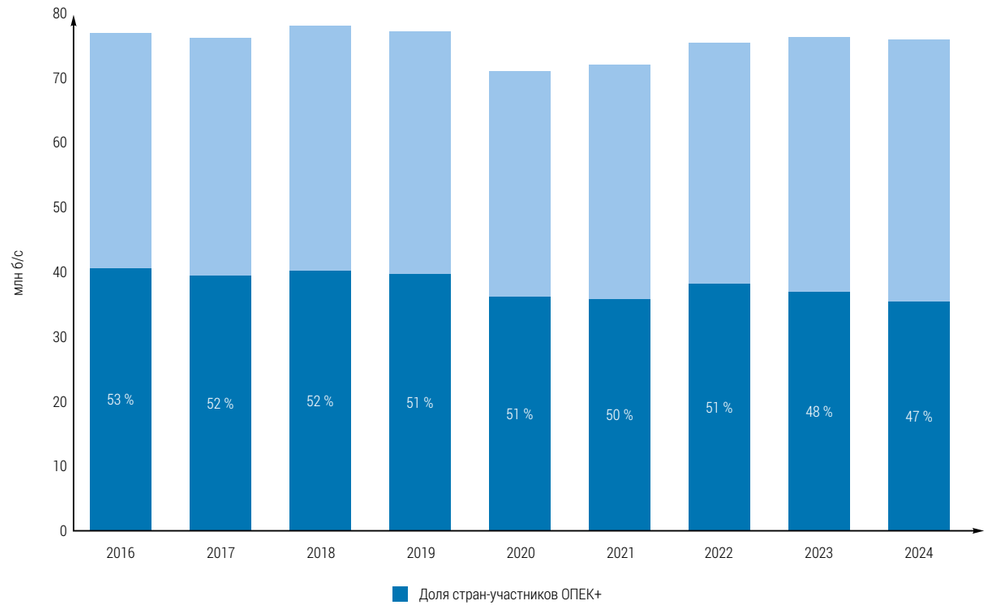


Рис. 16. Динамика и структура добычи нефти в мире

Источник: [24]

Анализ прогнозов и оценок инвестиций в развитие нефтяной отрасли и цен на нефть

Прогнозирование текущих и перспективных цен на нефть и другие энергоносители является одним из наиболее востребованных видов деятельности. Им занимаются как собственно аналитические и прогностические центры, так и многочисленные банки и товарно-сырьевые биржи, компании и инвесторы, рыночные аналитики и независимые эксперты.

Цены на сырую нефть считаются индикатором мировой экономики, но, в свою очередь, они чрезвычайно волатильны, реагируют на различные геополитические и экономические события. Это геологические условия разрабатываемых месторождений, технологические изменения в их освоении, инновации и альтернативные источники энергии; текущие изменения спроса и предложения и ожидания будущего спроса и предложения; экономический рост, структурные изменения в экономике и экономические санкции; геополитическая нестабильность и политическая обстановка в ключевых нефтедобывающих регионах; природные катаклизмы; регулирование со стороны государства и биржевые спекуляции; и многие другие.

Важным фактором, влияющим на цены на нефть, является политика ведущих её производителей, прежде всего стран ОПЕК+ и США.

Правительства и компании пытаются предсказать, в каком направлении будут двигаться цены на нефть, но прогнозирование – наука неточная, поэтому те, кто им занимается, пересматривают свои прогнозы и оценки практически постоянно.

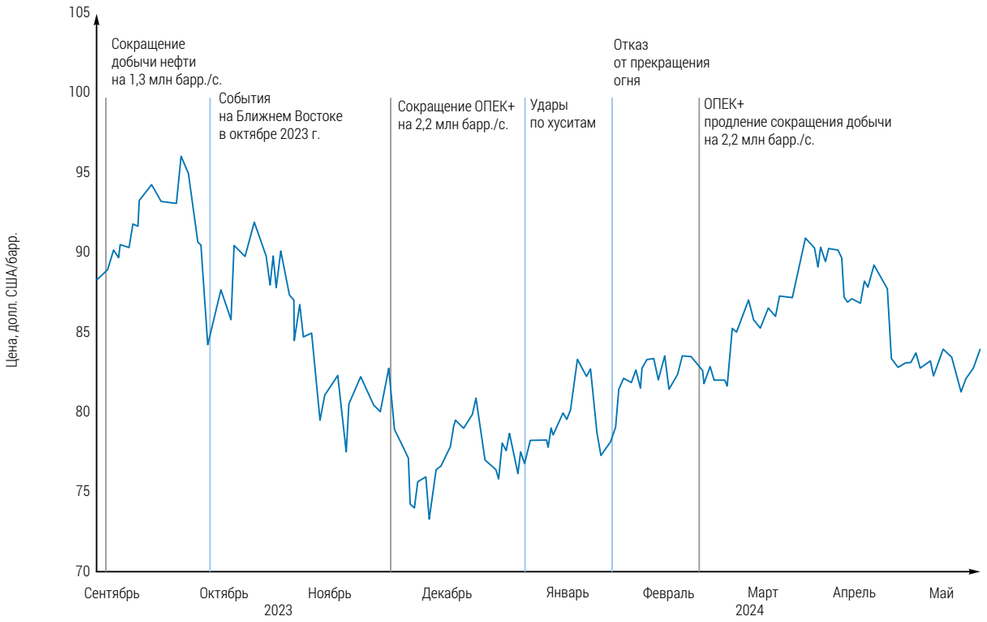
Среднегодовое производство нефти в Саудовской Аравии достигло пика в 2022 г. в 10,6 млн б/с. В 2023 г. добыча нефти снизилась на 900 тыс. б/с, до 9,7 млн б/с в результате действий ОПЕК+

В предыдущих разделах уже отмечалось, что в 2024 г.:

- наблюдалось дальнейшее замедление темпов роста мировой экономики и мировых цен на энергоносители, причём цены на нефть имели тенденцию к снижению после максимумов 2022 г.;
- мировой рынок нефти в 2024 г. был в напряжении, едва удерживаясь между ожиданиями от ближневосточного конфликта и действий ОПЕК+;

позволят стабилизировать нефтяной рынок; наращивание поставок со стороны США и других стран, не входящих в ОПЕК+ и начавшийся цикл снижения ставки ФРС, который может увеличить экономическую активность в США и мировой спрос на нефть.

Но в целом в 2024 г. мировой рынок нефти был относительно сбалансированным, общее предложение нефти соответствовало мировому спросу на неё. В результате, по данным EIA,



Примечание: желтые линии показывают сокращение добычи на 1,3 и 2,2 млн б/с. Красные линии указывают на геополитические события, включая события октября 2023 г. на Бл. Востоке, удары Великобритании и США по хуситам и отказ от прекращения огня в Газе.

Рис. 17. Цены на нефть и ключевые события их обусловившие

Источник: [4]

- на нефтяной рынок и цены на нефть влияли не только события, но и ожидания, часть которых «разгонялись» с вполне понятными спекулятивными целями.

Ключевыми фундаментальными событиями, определявшие цены на нефть в течение года, являлись низкие, по сравнению с прогнозами, темпы роста спроса на нефть в Китае; балансирующие решения ОПЕК+ принимать меры, которые

средняя цена на нефть марки Brent по итогам 2024 г. составила 80,5 долл. США/барр. и упала примерно на 2,4% относительно уровня 2023 г. (82,5 долл. США/барр.).

Динамика цен на нефть с осени 2023 г. по первое полугодие 2024 г. и ключевые события, которые её обусловили, показаны на рис. 17, а общая динамика цен на нефть марки Brent за 2010–2024 гг. – на рис. 18.

Заключение

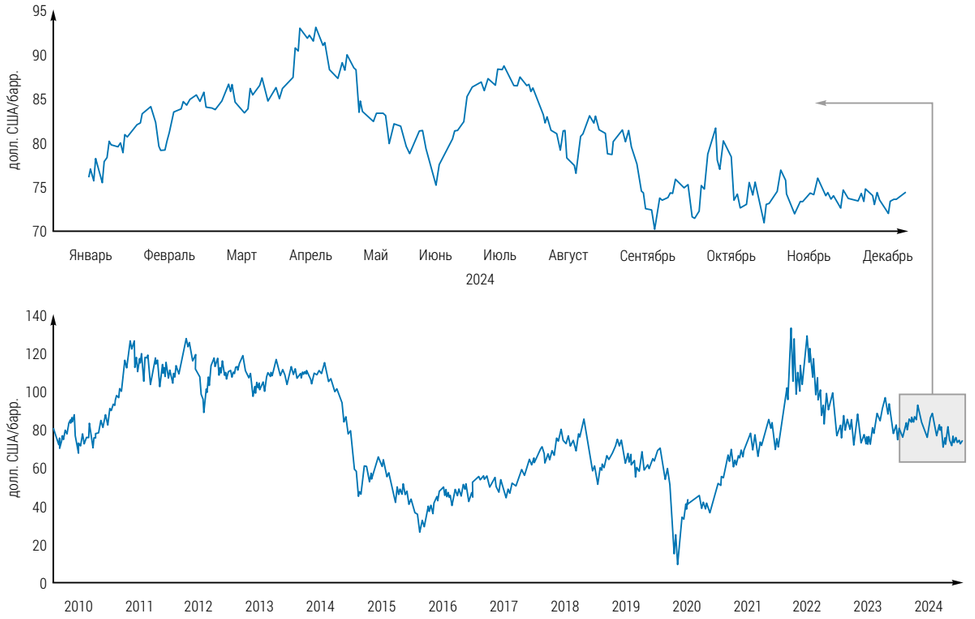
В заключение несколько слов хотелось бы сказать об инвестициях в развитие нефтяной промышленности. Как известно, реализация концепции энергоперехода, высшим приоритетом и целью которого является декарбонизация энергетики, подразумевает резкое сокращение эмиссии CO_2 и стабилизацию глобальных выбросов парниковых газов. Апологеты энергоперехода основным способом достижения этой главной цели провозгласили отказ от потребления ископаемых энергоресурсов – угля, нефти и природного газа. Эту позицию активно поддержало и МЭА, которое в последние годы настаивало на достижении идеологически обусловленных целей по снижению выбросов CO2 до нулевого уровня, целей, которые зачастую сопровождались методами или сроками, не учитывающими тех реальных сложностей и проблем, которые существуют на этом пути. Некогда провозгласившее природный газ мостом к низкоуглеродному будущему, МЭА в мае 2021 г. сделало нашумевшее заявление, что инвестиции в разведку новых месторождений должны прекратиться, если мир хочет достичь нулевых выбросов к 2050 г.

В том же 2021 г. МЭА опубликовало доклад «Чистый ноль к 2050 г. – дорожная карта для глобального энергетического сектора», что, по словам Генерального секретаря ОПЕК Хайтама Аль Гайса, создало дополнительную неопределенность для правительств, бизнеса и инвесторов. Однако многие политики поддерживали нереалистичные сроки достижения нулевого уровня выбросов или мало учитывали энергетическую безопасность, доступность или осуществимость такого подхода, но он по-прежнему считался ими единственным путём в будущее. Например, в апреле 2023 г. исполнительный директор МЭА Фатих Бироль заявил в интервью Deutsche Welle, что его сценарий чистого нуля теперь используется как «Библия энергетического мира, финансового мира и многих, но не всех, правительств» [33].

Подобная ситуация с инвестициями стала меняться лишь после энергетического кризиса 2021–2022 гг. Как мы уже писали, в результате кризиса все сразу вспомнили и про газ, и про нефть, и даже про уголь. В связи с этим министр энер-

Рис. 18. Динамика цен на нефть марки Brent (в номинальном выражении), долл. США/барр.

Источник: [21] по данным EIA



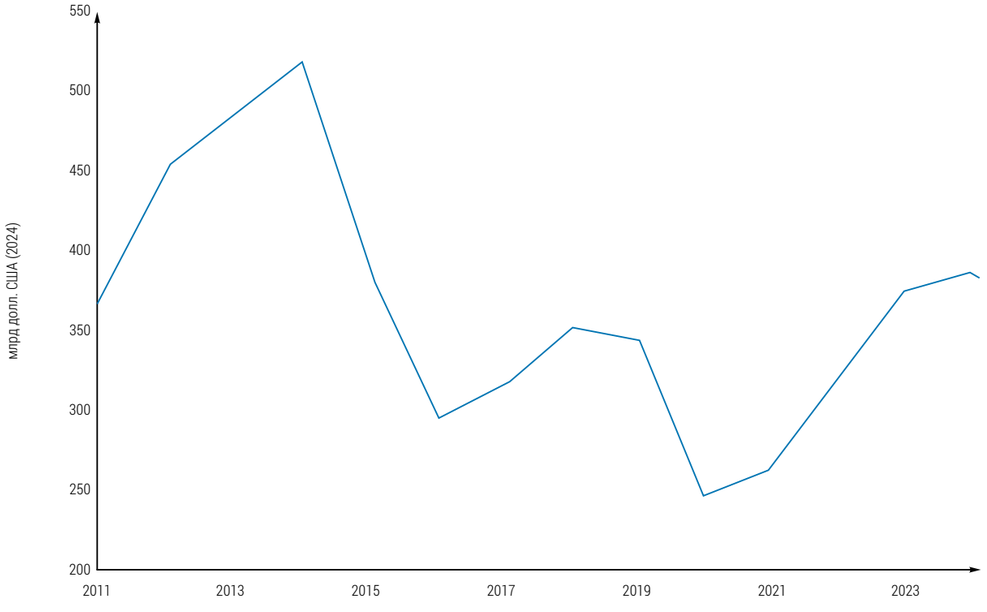


Рис. 19. Динамика инвестиций в развитие мировой нефтяной отрасли *Источник: [36] по данным Rystad Energy*

гетики и инфраструктуры ОАЭ Сухейль аль-Мазруи, выступая на Международном энергетическом форуме в Дубае, едко заметил: «Участники климатической конференции COP-26, которая прошла в ноябре прошлого года, не хотели видеть производителей ископаемых видов топлив – нефти и газа, но теперь хотят, чтобы те наращивали производство». И добавил: «Вчера инвесторам говорили, что нефть и газ не нужны, а сегодня – придите и спасите нас» [34].

И уже 10 марта 2025 г. исполнительный директор МЭА Фатих Бироль сообщил на CERAWeek: «Я хочу прояснить… Возникнут потребности в инвестициях, особенно для решения проблемы упадка существующих месторождений. Существует потребность в инвестициях в добычу нефти и газа – и точка» [35].

Соответственно, начиная с 2022 г. инвестиции в развитие нефтяной отрасли вновь начали расти (рис. 19), и в 2024 г. сохранилась тенденция значительных, по меркам 2020-х гг., инвестиций в её развитие.

Деловые переговоры в Саудовской Аравии
Источник: ufabizphoto / depositphotos.com

Использованные источники

1. *Мастепанов А.М. О внешних факторах, определяющих развитие нефтегазового сектора России в 2025 г.// Энергетическая политика. – №2(205), февраль 2025, с. 8-21.*
2. *International Monetary Fund. 2024. World Economic Outlook—Steady but Slow: Resilience amid Divergence. Washington, DC. April. –URL:https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2024/04/16/world-economic-outlook-april-2024*
3. *IMF: The global economy enters a new era. –URL: https://www.weforum.org/stories/ 2025/04/ the-global-economy-enters-a-new-era/?utm_source=sfmc&utm_medium= email&utm_campaign=2850925_ForumStories-25April2025&utm_term=&emailType= Forum%20Stories*
4. *World Bank. 2024. Global Economic Prospects, June 2024. Washington, DC: World Bank. https://doi:10.1596/978-1-4648-2058-8.*
5. *Global Growth Is Stabilizing for the First Time in Three Years. PRESS RELEASE June 11, 2024 –URL: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/06/11/global-economic-prospects-june-2024-press-release*
6. *Global Energy Review 2025.–URL: https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025*
7. *OECD Economic Outlook, Interim Report March 2025: Steering through Uncertainty, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/89af4857-en.*
8. *IEF. Outlooks Comparison Report. February 2024. –URL: https://www.ief.org/_resources/files/events/14th-iea-ief-opec-symposium-on-energy-outlooks/key-documents/outlooks-comparison-report-2024.pdf*
9. *Итоги года на рынке нефти: мы в ответе за тех, кого добыли. –URL: https://1prime.ru/20241226/itogi-853862552.html?ysclid=magpdhuh29368818362*
10. *IEA. Oil Market Report - February 2025. – URL: https://www.iea.org/reports/oil-market-report-february-2025*
11. *Short-Term Energy Outlook. STEO. U.S. Energy Information Administration. January 2025. – URL:https://www.eia.gov/outlooks/steo/archives/Jan25.pdf*
12. *МЭА понизило оценку роста спроса на нефть в 2025 г. на 73 тыс. б/с. –URL: https://www.interfax.ru/business/1013407*
13. *IEF Outlook Comparisons Report February 2025. – URL: https://drive.google.com/file/d/1K7H1XGQIag01abAChevVU47ko_Tco2nr/view*
14. *IEA. Oil Market Report. 15 JANUARY 2025. –URL: https://www.iea.org/reports/oil-market-report-january-2025*
15. *OPEC Monthly Oil Market Report –January 2025. – URL: https://www.opec.org/assets/assetdb/momr-january-2025.pdf*
16. *China's slowdown is weighing on the outlook for global oil demand growth. – URL: https://www.iea.org/commentaries/china-s-slowdown-is-weighing-on-the-outlook-for-global-oil-demand-growth*
17. *China's Oil Demand Dropped: Experts See Start of a Trend. – URL: https://energytracker.asia/china-oil-demand-dropped/?utm_source=newsletter&utm_medium =email&utm_campaign=energy%20tracker%20asia_edt-newsletter&utm_content=typ-article_rmk-levelup*
18. *Oil demand for fuels in China has reached a plateau. – URL: https://www.iea.org/commentaries/oil-demand-for-fuels-in-china-has-reached-a-plateau*
19. *China's crude oil imports decreased from a record as refinery activity slowed. – URL:https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=64544*
20. *IEA. Oil Market Report. 15 JANUARY 2024. – URL:https://www.iea.org/reports/oil-market-report-january-2024*
21. *Обзор рынка и цен на нефть за IV кв. 2024 г. – URL: https://kept.ru/news/oil-market-review-4q-2024/?utm_source=yandex.ru&utm_medium= organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru*
22. *Short-Term Energy Outlook. STEO. U.S. Energy Information Administration. April 2024. – URL: https://www.eia.gov/outlooks/steo/archives/apr24.pdf*
23. *Short-Term Energy Outlook. STEO. U.S. Energy Information Administration. April 2025. – URL: https://www.eia.gov/outlooks/steo/pdf/steo_full.pdf*
24. *Petroleum liquids supply growth driven by non-OPEC+ countries in 2025 and 2026. FEBRUARY 13, 2025. – URL: https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=64565*
25. *US oil and gas rig count falls to lowest since January, Baker Hughes says. May 9, 2025. – URL: https://www.reuters.com/business/energy/us-oil-gas-rig-count-falls-lowest-since-january-baker-hughes-says-2025-05-09/*
26. *United States produces more crude oil than any country, ever. December 26, 2024. – URL:https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=64125*
27. *Новак А. ТЭК России – надежность, устойчивость, развитие // Энергетическая политика. №1(204), январь 2025, с. 4-13.*
28. *Bloomberg сообщил о планах G7 пересмотреть потолок цен на нефть РФ. – URL:https://iz.ru/1841254/2025-02-18/bloomberg-soobshchil-o-planakh-g7-peresmotret-potolok-tcen-na-neft-rf*
29. *December Non-OPEC and World Oil Production Rose. 04/10/2025. – URL: https://peakoilbarrel.com/author/ovi/*
30. *bp Statistical Review of World Energy 2021. – URL: https://www.bp.com/content/dam/ bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/ bp-stats-review-2021-full-report.pdf?ysclid=mahj2sg3o722508715*
31. *U.S. crude oil production rose by 2% in 2024. Apr 16, 2025. – URL:https://www.eia.gov/todayinenergy/index.php*
32. *В МЭА отметили сокращение объема среднесуточной добычи ОПЕК+. – URL: https://1prime.ru/20250115/mea-854210532.html*
33. *OPEC welcomes the IEA's refocus on energy security. – URL:https://www.opec.org/sgcorner-detail/14-wednesday-23-april-2025.html*
34. *Мастепанов А.М. «Тёмная» сторона декарбонизации или риски недоинвестирования в традиционную энергетику. – URL:https://energypolicy.ru/tyomnaya-storona-dekarbonizaczii-ili-riski-nedoinvestirovaniya-v-tradiczionnuyu-energetiku/novosti/2022/20/25/?ysclid=mak0mzui81494270404*
35. *Another moment of truth for the IEA: Words matter on oil industry investments. – URL:https://www.opec.org/pn-detail/124-13-march-2025.html*
36. *World Oil Outlook 2024. OPEC Secretariat, September 2024. – URL: https://publications.opec.org/woo/Download*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

УДК 620.9 DOI 10.46920/2409-5516_2025_05208_34 EDN: NHDUOP

Новый этап развития глобального нефтегазового комплекса

A new stage in the development of the global oil and gas complex

Вячеслав КУЛАГИН
Заведующий отделом исследования энергетического комплекса мира и России ИНЭИ РАН

Vyacheslav KULAGIN
Head of the Department for Research of the Energy Complex of the World and Russia ERI RAS

Добыча нефти на выработанном месторождении

Источник: urban_light / depositphotos.com

Аннотация. Нефтяной и газовый сектора одновременно входят в следующий этап своего развития. Для каждого из рынков это будут принципиально новые условия функционирования, которые требуют выстраивания соответствующих стратегий как со стороны бизнеса, так и со стороны регулирования. Нефтяной рынок впервые начинает работать в высококонкурентной межтопливной среде в ключевом для себя транспортном секторе. Все большее число наиболее платежеспособных стран проходит пик потребления нефтепродуктов, приближая сроки стабилизации и последующего снижения глобального спроса на нефть. В химическом сегменте зарождается конкуренция с газом. Для газового рынка жесткая межтопливная конкуренция разворачивается в большинстве секторов конечного потребления. Формируемая структура мирового топливно-энергетического баланса предопределяет неравномерность спроса и сильный рост его зависимости от погодных условий из-за наращивания мощностей ВИЭ. Для обоих рынков возрастает роль «коротких» проектов как ценовых балансировщиков при движении цен как вверх, так и вниз. Усиливается влияние регуляторных требований, особенно в части выбросов. При этом развитие технологий в добыче и экономическая экспансия бизнеса способствуют расширению числа производственных площадок в различных странах с обострением конкуренции среди поставщиков.
Ключевые слова: нефтегазовый комплекс, межтопливная конкуренция, развитие технологий, ценообразование, картель, этапы развития рынков, нефть, газ, транспорт, потребление.

Abstract. The oil and gas sectors are simultaneously entering the next stage of their development. For each of the markets, these will be fundamentally new operating conditions that require the development of appropriate strategies, both from the business side and from the regulatory side. The oil market is beginning to operate for the first time in conditions of high inter-fuel competition in the key consumption sector – transport. An increasing number of the most solvent countries are passing the peak of oil product consumption, bringing closer the dates of stabilization and subsequent reduction in global demand for oil. Competition with gas is emerging in the chemical segment. For the gas market, tough inter-fuel competition is beginning in most end-use sectors. The emerging balance structure predetermines uneven demand and a strong increase in its dependence on weather conditions due to the expansion of renewable energy capacity. For both markets, the role of "short" projects as price balancers is increasing, with prices moving both up and down. Regulatory requirements, especially in terms of emissions, have a greater impact. At the same time, technological development and economic expansion of business contribute to the emergence of new production facilities in various countries with increased competition among suppliers.
Keywords: oil and gas complex, inter-fuel competition, technology development, pricing, cartel, stages of market development, oil, gas, transport, consumption.

Исторические этапы развития нефтяного рынка

Для определения этапов развития рынков разработана методология, которая включает оценку изменений по ключевым параметрам – географический охват рынков, ориентиры ценообразования, уровень конкуренции (ликвидность) и наличие картельных договоренностей, динамика потребления топлива.

В эволюции нефтяного рынка отчетливо выделяются четыре этапа, которые он прошел. На ***первом этапе*** формировались локальные системы снабжения с добычей, переработкой, транспортировкой и реализацией. Конкуренция в добыче практически отсутствовала. Но в электроэнергетике, коммунально-бытовом секторе и даже на транспорте нефтепродукты вступали в межтопливную конкуренцию с углем, биомассой и газом. В результате цена становилась предметом договоренности

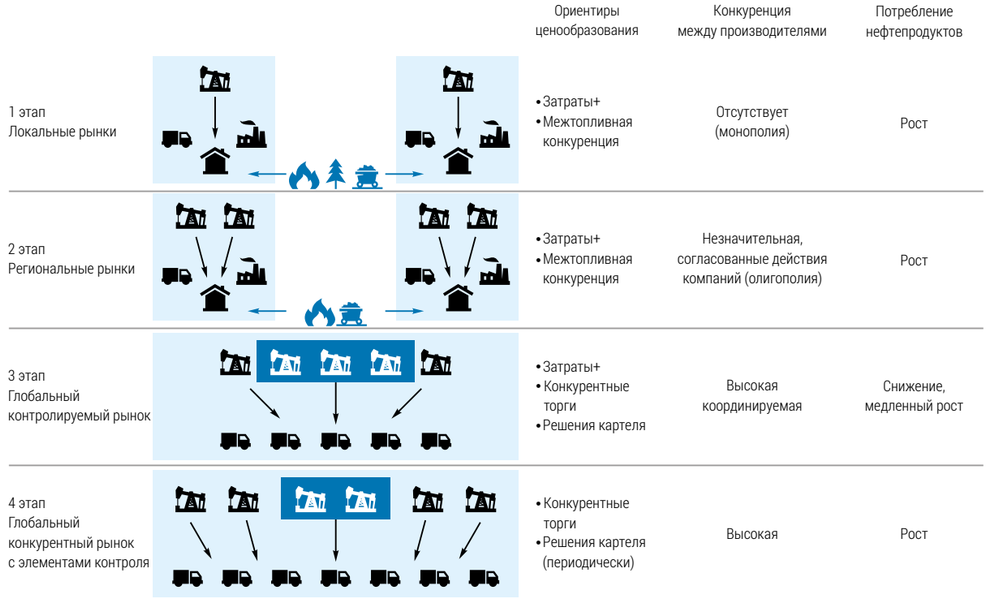


Рис. 1. Исторические этапы функционирования нефтяного рынка

и находилась чаще всего в коридоре, где нижняя граница отражала производственные затраты, а верхняя – альтернативные решения (рис. 1).

Второй этап характеризуется развитием транспортировки нефти и образованием региональных систем нефтеснабжения (добыча, транспортировка, сбыт). В рамках одной торговой зоны начинают работать несколько производителей, которые часто согласовывали ценовую политику и объемы предложения. В некоторых регионах впоследствии это приводило к слиянию их бизнеса с образованием новых корпораций, так, например, Standard Oil стала крупнейшим рыночным игроком. Потребление нефтепродуктов преимущественно концентрируется в транспортном секторе, влияние межтопливной конкуренции на цены снижается. В этих условиях цены во многом зависят от способности государств проводить антимонопольную политику с контролем цен в сегменте реализации нефти и нефтепродуктов.

На ***третьем этапе*** формируется глобальный нефтяной рынок. Конкуренция между производителями из различных частей мира становится одним из ключевых элементов ценообразования. Но параллельно у производителей появляется и интерес к согласованному управлению рынком. Вначале крупные компании создают неформальный картель Семь сестёр, куда вошли крупнейшие компании – Anglo-Persian Oil Company (BP), Shell, Standard Oil of California (Chevron), Gulf Oil (Chevron), Standard Oil of New Jersey (ExxonMobil), Standard Oil of New York (ExxonMobil), Texaco (Chevron). Картель координировал добычу и позволял договариваться по ценовой политике и подходам к работе в различных странах. К середине 20 века он контролировал более 90% мировых запасов и торговли нефтью [1, 2]. Но потом у части стран экспортеров появляется желание извлекать максимум выгоды из международной торговли и одновременно защитить свои позиции в противостоянии как с потребителями, так и с более влиятельными на тот момент игроками, которые не только выступали конкурентами, но и скупали нефть в местах производства по низким ценам [3]. И желание это не только самих компаний, но и руководства стран, где ведется добыча. Поэтому доминирующее место на рынке переходит к новому картелю ОПЕК, который преследует экономические, а порой и политические задачи. Основателями организации стали 4 страны Ближнего Востока и Венесуэла. В 1970–1980-х гг. входящие в ОПЕК уже 13 стран обеспечивали более половины мировой добычи нефти и около 80% торговли нефтью [3, 4]. По мере снижения использования нефтепродуктов в электроэнергетике и коммунально-бытовом хозяйстве, а также других альтернатив нефтепродуктам на транспорте, межтопливная конкуренция фактически перестает быть индикатором цен для нефтяного рынка.

Отличительной особенностью четвертого этапа является развитие технологий, которое позволило вовлечь в разработку значительное количество ранее не представлявших интерес запасов нефти (сланцевая нефть, тяжелая нефть, сложные глубоководные оффшоры, вторичные и третичные методы повышения нефтеотдачи и т. д.) и увеличить количество поставщиков такой нефти на рынок. В этих условиях рыночная власть картельных соглашений снизилась вплоть до того, что ОПЕК просто выступал в роли наблюдателя, только формально устанавливая квоты на добычу с ориентиром на фактическую добычу стран и не требуя их строгого соблюдения. Только образование ОПЕК+ в декабре 2016 г. позволило вернуться к регулированию глобального предложения на рынке нефти в расширенном формате, но ценой постепенного сокращения доли участников нового соглашения. Рост глобальной экономики и доходов населения с расширением мировой потребности в мобильности и почти безальтернативностью нефти в дорожном транспорте, автоперевозках и авиации обеспечивали устойчивый рост спроса, временно проседавший только в кризисные периоды. Дополнительный интерес к сектору обеспечил спрос на продукцию нефтехимии. Еще одной особенностью четвертого этапа является активное участие финансовых игроков в торговле нефтью, которое

Мир так и не дождался широко анонсированного снижения добычи нефти из-за исчерпания запасов. Но мы стоим на пороге пика производства нефти, который будет вызван сокращением ее потребления

Заседание ОПЕК в 1973 г.

Источник: neftianka.ru

Перспективы метанола, аммиака и водорода требуют серьезных ограничений для использования нефтепродуктов и очень высоких цен на выбросы CO_2, поэтому будут зависеть от госрегулирования

привело к повышению ликвидности рынка нефти и перераспределению финансово-экономических рисков между его участниками.

Временные рамки начальных этапов являются достаточно условными, т. к. зависят от особенностей развития сектора в каждой из стран. Фактически 1 и 2 этапы многие страны с разными успехами проходили с середины 19 века по первое десятилетие 20 века. В 3 этап мир постепенно входил во втором десятилетии 20 века и продлился он до середины 1980-х гг., 4 этап функционировал на протяжении следующих 40 лет.

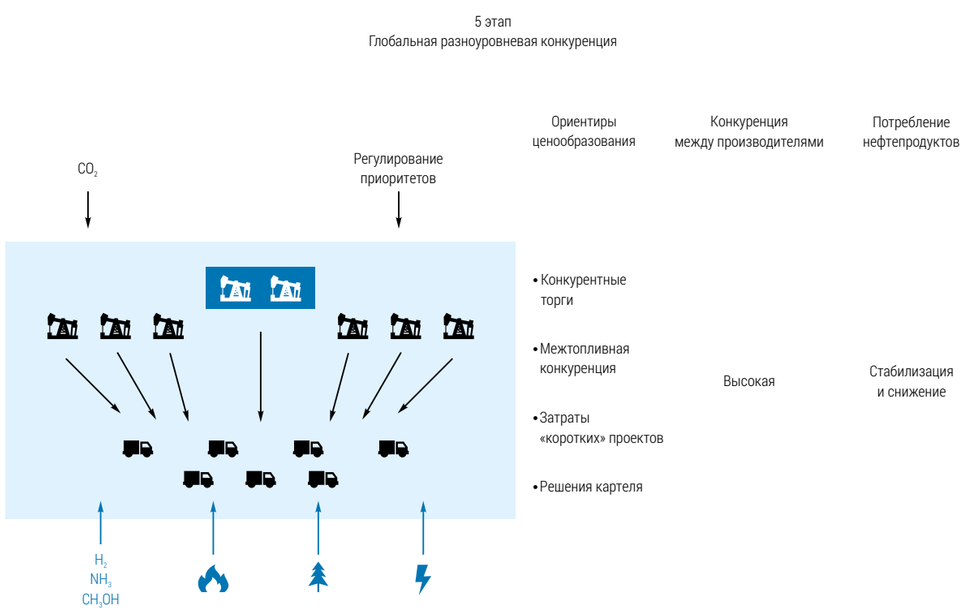
Ключевые особенности нового этапа для нефтяного комплекса

На наших глазах нефтяной рынок постепенно входит в новый пятый этап своего функционирования, который будет отличаться от предыдущего сразу по нескольким принципиальным параметрам (рис. 2):

1. Возвращение межтопливной конкуренции. Но, в отличии от начальных этапов, теперь она прежде всего разворачивается в ключевом секторе потребления нефтепродуктов – дорожном транспорте.
2. Постепенный выход на стабилизацию и последующее снижение потребления нефти.
3. Наличие ценового переключателя предложения в виде коротких сланцевых проектов. Это позволяет при высоких ценах достаточно оперативно вводить новые объемы, а при низких – сокращать.
4. Увеличенное количество игроков на рынке.

Помимо рыночных факторов, влияние на рынок будет оказывать проводимая в нескольких областях политика:

Рис. 2. Особенности функционирования нефтяного рынка на новом 5 этапе



Мотоцикл как символ транспорта на ДВС, Daytona Beach, Флоридастр

Источник: headlinephotos / depositphotos.com

1. Налоговое регулирование с созданием стимулов для отдельных энергоресурсов, влияющее на межтопливное переключение (электромобили, газомоторный транспорт, транспортные средства на водороде, аммиаке, метаноле и др.).
2. Климатическое и экологическое регулирование, включающее как налоги на выбросы и требования к ним, так и прямые ограничения на использование отдельных технологий, например ДВС.
3. Картельные договоренности.

Мир так и не дождался широко анонсированного снижения добычи нефти из-за исчерпания запасов. Но мы стоим на пороге исторического пика производства нефти, который будет вызван сокращением потребления. Главные причины этого – насыщение спроса у стран с высокими доходами населения, повышение эффективности транспорта, расширение использования альтернатив на транспорте [5]. Все эти факторы постепенно окажутся сильнее потенциального прироста спроса у новых потребителей из-за ограничений по приросту доходов. В то же время география добычи нефти продолжает расширяться, что ведет к дальнейшему усилению конкуренции. Легкодоступные запасы сокращаются, но технологии не только расширяют физическую доступность ресурсов, но и позволяют существенно оптимизировать затраты. При этом доступность современных технологий становится критически значимой для сложных проектов. В наше время известную фразу Н. Ротшильда «Кто владеет информацией – тот владеет миром» вполне справедливо перефразировать в «Кто владеет технологиями и информацией – тот владеет миром». Важной особенностью нового этапа является растущая

В отличие от нефтяного рынка, где при поставках нефти на большие расстояния стоимость транспортировки составляет всего порядка 5-15% от всех затрат, для газа она может превысить и 70%

доля нетрадиционной нефти, значительная часть которой связана с «короткими» проектами. Это приводит к появлению естественного механизма регулирования рынка при дисбалансах цен – на высоких ценах будут вводиться новые даже дорогие проекты, а на низких – процесс инвестиций приостановится. Таким образом, в отличии от «длинных» проектов, будет происходить частичная балансировка рынка на горизонте от 6 месяцев до 2 лет. Для целого ряда стран в условиях высокой конкуренции переход на более сложные и дорогие проекты добычи будет приводить не к росту цен реализации нефти, а к вынужденному снижению налоговой нагрузки на отрасль.

Если на протяжении полувека картельные договоренности были одним из определяющих факторов для цен, особенно в отдельные периоды, то в перспективе такая возможность воздействия на рынок будет сокращаться из-за чувствительности принимаемых решений для спроса в части переключения на альтернативы и действий конкурентов, готовых гибко наращивать добычу.

Все большее воздействие на нефтяной рынок оказывает регулирование и информационная политика. Ужесточающиеся требования к выбросам парниковых газов на всех видах транспорта, решения о прямом запрете использования ДВС, поддержка альтернативных топлив – всё это снижает конкурентоспособность нефтепродуктов и делает перспективы спроса на них зависимыми от жесткости решений по регулированию выбросов на транспорте, которые будут приниматься. Главным конкурентом нефтепродуктов является электроэнергия, в отдельных странах расширяется использование природного газа на транспорте и в нефтегазохимии, локальные ниши есть у биотоплива, в том числе как добавки к традиционному топливу. Перспективы метанола, аммиака и водорода будут определяться степенью экологического и климатического регулирования, они требуют серьезных ограничений для использования нефтепродуктов, или очень высоких цен на выбросы CO_2. Меняется и сам транспортный сектор. Расширяется спрос на мобильные транспортные средства (электросамокаты, электровелосипеды, гироскутеры и т. д.), появляются новые сегменты спроса – роботизированные доставщики, БПЛА, автономные уборщики, газонокосилки и т. д. Значительная часть предлагаемых решений основана на использовании электричества, но по некоторым направлениям продолжается серьезная конкурентная борьба с нефтепродуктами.

На горизонте до 2030 г. в мире планируется ввод мощностей СПГ объемом в половину от уровня мировой торговли сжиженным газом в 2024 г. Это создает предпосылки для избытка предложения

СПГ-танкер
Источник: Pinterest

В результате мы входим в новый рынок, где уже на коротком плече придется одновременно конкурировать с большим количеством поставщиков нефти и технологий добычи, а также с альтернативным предложением энергоресурсов в секторах потребления.

Исторические этапы развития газового рынка

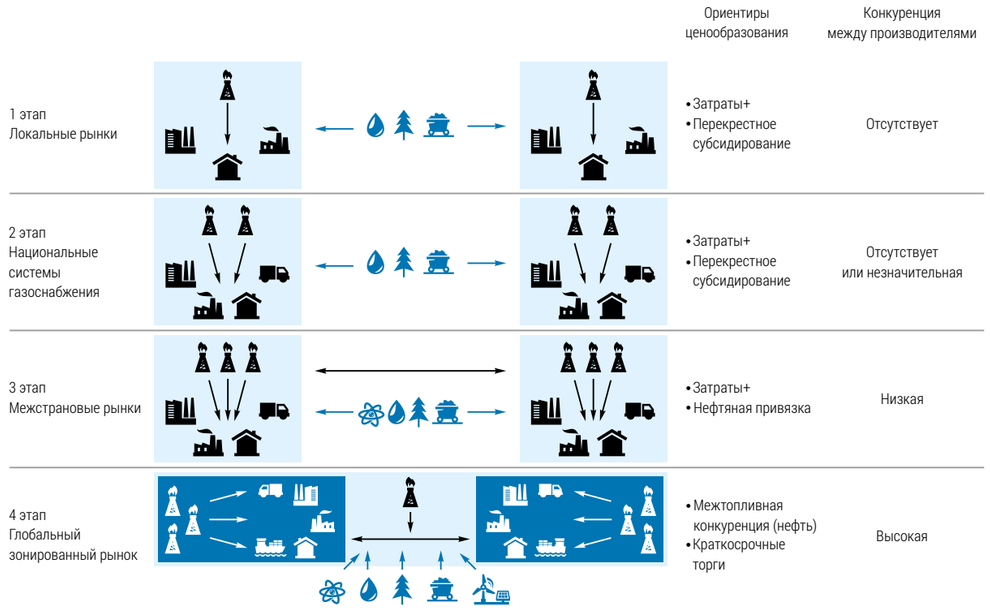
Потребление газа устойчиво растет уже на протяжении более 75 лет. Физические свойства газа накладывают особенности на функционирование отрасли. В отличие от нефтяного рынка, где при поставках нефти на большие расстояния стоимость транспорта составляет 5–15% от всех затрат, для газа она может превысить и 70%. Это на долгое время предопределило зависимость географии рынка от расстояний между потребителями и точками производства.

На 1 этапе развития газовой отрасли создавалась локальная инфраструктура, которая позволяла обеспечивать газом близлежащие населенные пункты и промышленные предприятия, фактически с прямой взаимосвязью конкретного объекта производства и потребления. На ***2 этапе*** формировались национальные системы газоснабжения – расширялось число объектов производств и потребления, создавалась более разветвленная инфраструктура. Высокие затраты на транспортировку предопределяли развитие газовой отрасли как элемента общенационального планирования практически без конкуренции и с элементами перекрестного субсидирования.

Межгосударственная торговля ознаменовала появление 3 этапа и индикаторов ценообразования. В отсутствие объективной конкуренции на рынке газа ориентиром стала нефть, с которой голубое топливо тогда конкурировало в электроэнергетике и комбыте.

На 4 этапе началась торговля СПГ, а развитие систем трубопроводов и ПХГ позволило создать основу для конкуренции между поставщиками. Но высокие производственные затраты по цепочке поставок СПГ фактически привели к образованию торговых зон с разными ценовыми уровнями. В ориентированном на закупки СПГ рынке АТР держались самые высокие цены, а на европейском рынке, снабжавшемся преимущественно трубопроводным газом, цены были ниже. Аналогично и в других частях мира цены зависели от наличия местного ресурса и схем импорта природного газа. Большая часть производителей имела контракты на поставки по конкретным направлениям (рис. 3). Постепенно росла конкуренция между производителями, а в сегментах потребления газ в основном конкурировал с углем на коротком временном промежутке и атомной энергией при принятии долгосрочных стратегических решений в электроэнергетике. В меньшей степени в отдельных сегментах потребления конкуренция природного газа была с биотопливом, ВИЭ и нефтепродуктами.

Рис. 3. Исторические этапы функционирования газового рынка



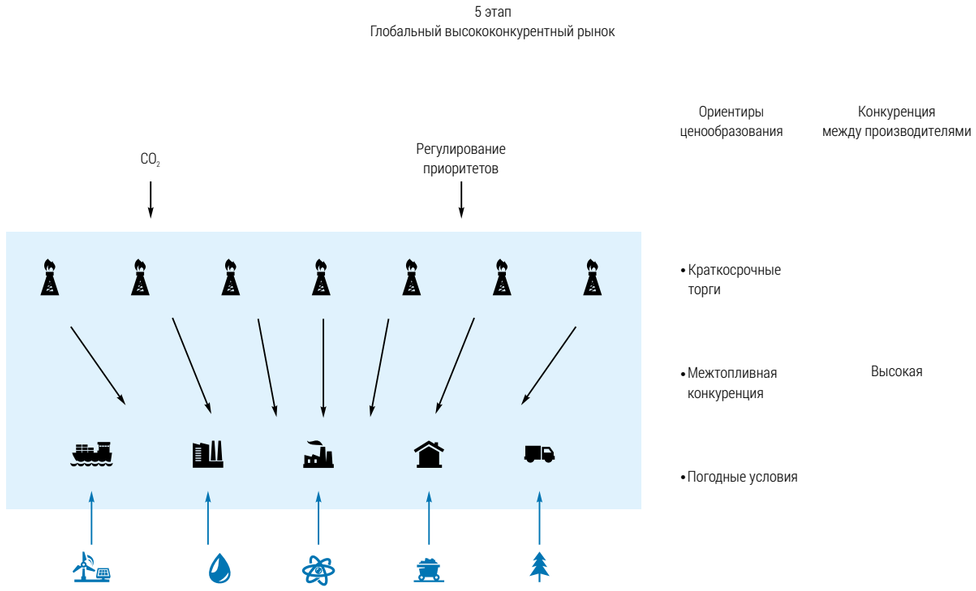


Рис. 4. Особенности функционирования газового рынка на новом 5 этапе

Как и в нефтяном секторе, на газовом рынке первые два этапа страны проходили с разной динамикой в период до второй половины 1960-х г. После этого активно стала развиваться межстрановая торговля и мир вошел в 3 этап. Развитие конкурентного ценообразования и расширение числа гибких поставок СПГ и трубопроводного газа без четкой привязки одного потребителя к одному поставщику ознаменовало начало 4 этапа развития рынка газа в первом десятилетии 21 века.

Ключевые особенности нового этапа для газовой отрасли

Уже к 2025 г. газовый рынок начал входить в свой пятый этап трансформации, характеризующийся следующими ключевыми отличиями от предыдущего (рис. 4):

1. Переход к полноценной глобализации рынка за счет расширения торговли СПГ и вхождения в межрегиональные поставки новых участников.
2. Увеличение числа поставщиков газа и усиление конкуренции между ними.
3. Активизация межтопливной конкуренции во всех сегментах потребления.
4. Изменение сезонных режимов потребления из-за наращивания доли южных стран в мировой торговле.
5. Высокие дисбалансы потребления и зависимость от погодного фактора из-за наращивания мощностей ВИЭ с неустойчивой выработкой. Усиливаться неравномерность спроса в отдельных странах будет и из-за постепенного отказа от второго балансирующего топлива в электроэнергетике – угля.
6. Развитие портфельной торговли и кооперации производителей, позволяющих оптимизировать логистику в ответ на неустойчивость спроса.
7. Наличие ценового переключения предложения из-за коротких сланцевых проектов.
8. Выравнивание среднего уровня цен в глобальной торговле с существенными временными ценовыми перепадами по регионам в зависимости от погодных условий и других факторов.
9. Рост интереса к инструментам балансирования, включая газохранилища.

Усиливается воздействие политических и регуляторных факторов на газовый сектор, влияющих на межтопливное переключение:

1. Налоговое и ценовое регулирование с созданием стимулов для отдельных энергоресурсов.
2. Климатическое и экологическое регулирование, включая цены на выбросы CO_2.

При этом в добыче взаимосвязь газа и нефти не только не ослабевает, но даже усиливается. К конденсату и попутному газу добавляется комплексная экономическая модель разработки сланцевых залежей, содержащих нефть и газ. А вот в спросе исходная конкуренция газа и нефтепродуктов в электроэнергетике и комбыте сильно снизилась уже к 3 этапу развития рынков. Теперь она возвращается, но уже совсем в других сегментах потребления – в химии и на транспорте.

Что делать России?

Вклад нефтегазовой отрасли в экономику России сложно переоценить. Поэтому для страны важно своевременно подготовиться к особенностям функционирования новых этапов глобальных рынков и адаптировать свою стратегию работы к этим изменениям.

Добыча газа в Норвегии
Источник: Statoil

Переход на более сложные технологии по всей производственной цепочке приводит не только к зависимости от игроков, которые ими обладают, но и к повышению доходности сервисного сегмента

В начале 2025 г. обсуждалась возможность повторения 18-летнего периода низких цен на нефть, который был 40 лет назад [6]. На фоне наличия существенных свободных мощностей по добыче в мире и опасений относительно кризисных явлений в мировой экономике риски снижения цен становятся всё более явными. Но, в отличие от 1980-х годов, «короткие» проекты позволяют уже на горизонте 2 лет заметно скорректировать предложение и приблизиться к равновесным ценам. Таким образом, на пятом этапе своего развития устройство отрасли с одной стороны защищает её от длительных провалов, но с другой стороны и не позволяет ей уходить заметно выше равновесных цен, так как это приведет к быстрому наращиванию предложения и сокращению спроса из-за перехода на альтернативы. В этой ситуации России важно понимать два ключевых момента:

1. Механизмы жесткого сдерживания добычи в коалиции с другими странами целесообразно использовать в кризисные для мировой экономики периоды. В остальное время лучше давать больше свободы рыночным механизмам, чтобы не терять долю на мировом рынке, но и не создавать условий сильного профицита предложения с рисками обвала рынка.
2. Возможны среднесрочные этапы (до нескольких лет) низких цен на рынке, длительность и глубина которых во многом будет зависеть как от экономической ситуации, так от картельных действий. Бюджет страны должен быть к этому готов.

В период высокой турбулентности входит и газовый рынок. Уже на горизон-

те до 2030 г. в мире планируется ввод мощностей СПГ объемом в половину от уровня мировой торговли сжиженным газом в 2024 г. Это создает предпосылки для избытка предложения и удержания сравнительно низких цен. Существенные отклонения спроса и региональные дисбалансы будут давать и погодные условия, влияющие не только на температуру зимой, но и на выработку ВИЭ в течение всего года. В результате будут достаточно частые периоды перепада цен. В этих условиях в газовом секторе России необходимо:

1. Оптимизация налоговой системы с её настройкой на прозрачные изъятия с ориентиром на реальные цены реализации и справедливое разделение рисков между государством и бизнесом.
2. Расширение использования механизмов портфельной работы и координации с другими поставщиками для оперативной реакции на рыночные изменения и повышения прибыльности продаж.
3. Трезвый взгляд на рыночные ниши и формируемые целевые показатели по экспорту и выручке с учетом матрицы рисков.

Необходимо поэтапно выводить внутренний рынок газа на нормальную самоокупаемость, стимулирующую к повышению эффективности, что даст возможность выйти на объективную межтопливную конкуренцию

Таким образом, и газовый, и нефтяной рынки будут характеризоваться периодами неустойчивых финансовых поступлений. В этих условиях целевые плановые «сборы с отрасли» будут губительными для компаний. Все более актуальным становится использование гибких налоговых режимов в сочетании с бюджетными стабилизирующими механизмами на примере ФНБ, которые следует формировать с учетом индикаторов развития не только для нефтяной, но и для газовой отрасли.

Отдельное внимание следует уделить ценовому регулированию внутреннего рынка. В нефтяной отрасли уже функционирует механизм, позволяющий сохранить рыночную модель работы внутри страны и на экспорте. И здесь главное не искажать настройки демпфера, чтобы принцип равнодоходности поставок на внутренний и внешний рынки реально работал, а не был только лишь декларацией.

Для газового рынка ситуация сложнее. Прежняя модель с ориентиром на перекрестное субсидирование внутреннего рынка за счет экспорта потеряла свою актуальность [7, ***8***, 98]. Следовательно, необходимо поэтапно выводить рынок на нормальную самоокупаемость с прозрачной конкуренцией, стимулирующей к повышению эффективности его работы. Одновременно это даст возможность выйти на объективную межтопливную конкуренцию и выбирать экономически обоснованные решения по энергоснабжению для потребителей.

Переход на более сложные технологии по всей производственной цепочке приводит не только к формированию зависимости от игроков, которые ими обладают на глобальном рынке, но и к повышению доходности сервисного сегмента, который обеспечивает производство и обслуживание оборудования. У России есть хорошая возможность отрабатывать технологии на собственном большом рынке, параллельно снижая импортозависимость, а при выходе на конкурентные показатели вести экспансию в соответствующем сегменте на глобальном рынке. Поставки технологий и сервисных услуг были бы хорошим дополнением к реализации нефтяного и газового сырья как для бизнеса, так и для национальной экономики. Но для этого нужна продуманная поддержка развития данных направлений.

СЭС «Панда», Китай

Источник: ChinaImages / depositphotos.com

НПЗ «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»
Источник: mti35.ru

Россия – страна с большими запасами нефти и газа. Но, как говорил Чарльз Дарвин: «Выживает не самый сильный, а самый восприимчивый к переменам». В нашем быстро меняющемся мире необходимо принимать своевременные решения по корректировке стратегии работы на внешнем и внутреннем рынке. И только в этом случае нефтегазовая отрасль не будет превращаться в телегу со скрипящими колесами, а сможет сохранить роль одного из драйверов экономического и технологического развития страны.

Использованные источники

1. *Engen, O.A., 2009. The development of the Norwegian Petroleum Innovation System: a historical overview // In: Fagerberg, J., Mowery, D.C., Verspagen, B. (Eds.). Innovation, Path Dependency, and Policy: The Norwegian Case. Oxford: Oxford University Press, 179-207.*
2. *Levy B. World oil marketing in transition // International organization 36, 1982*
3. *Боков А.Н. Эволюция позиций ОПЕК на мировом рынке нефти // Вестник РГГУ. Серия «экономика. Управление. Право». 2021. №1. С. 86-98.*
4. *И.Макаров, М.Чупилкин «Энергетический Перл-Харбор» - нефтяной кризис 1973 г. // Россия в глобальной политике. №1. 2021. DOI: 10.31278/1810-6439-2021-19-1-38-53*
5. *Кулагин В.А., Грушевенко Д.А., Галкина А.А. Прогноз развития энергетики мира и России до 2050 г. // Современная мировая экономика. Том 2. 2024. №1 (5) DOI: https://doi.org/10.17323/2949-5776-2024-2-1-6-22*
6. *Reuters узнал, что ЦБ предупредил об обрушении цен на нефть, как в 1980-е // РБК 24.03.2025 г.*
7. *Кулагин В.А. Новая эпоха в развитии российской газовой отрасли. Вопросы экономики. 2024;(5):74-90. https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-5-74-90*
8. *А.Громов, С.Кондратьев, А. Широв Внутренний рынок газа на историческом перепутье // Энергетическая политика, 2023. № 9 (188). С. 14-25*
9. *Кулагин В., Грушевенко Д., Галкина А. Газовая отрасль ждет перемен // Энергетическая политика. 2023. № 11 (190). С. 24-41.*

УДК 339.548 DOI 10.46920/2409-5516_2025_05208_46 EDN: RXJTZO

«Тарифная дубина» американской энергетической политики

«Tariff Cudgel» of American Energy Policy

Валерий АНДРИАНОВ
Доцент Финансового университета при Правительстве России, к. п. н.

Valery ANDRIANOV
Associate Professor of the Financial University under the Government of the Russian Federation, PhD in Political Science

Президент США Дональд Трамп

Источник: sgtphoto / depositphotos.com

Аннотация. Автор статьи анализирует внешнеэкономическую политику Президента США Дональда Трампа, направленную на увеличение доли американских энергоресурсов на мировых рынках нефти и газа. В работе проводится анализ последствий повышения внешнеторговых тарифов для крупнейших американских контрагентов: Китая, Индии, ЕС. Автор приходит к выводу, что мировая тарифная война, развязанная Д. Трампом, имеет в качестве одной из своих первоочередных целей укрепление роли Соединенных Штатов в глобальной энергетической политике, расчистку рыночных ниш для экспорта американских энергоресурсов и усиление влияния на ряд стран - импортеров нефти и газа, как геополитических соперников, так и союзников.
Ключевые слова: внешнеэкономическая политика США, тарифы на импорт, сжиженный природный газ, нефть, импорт энергоресурсов.

Abstract. The author of the article analyzes the foreign economic policy of US President Donald Trump, aimed at increasing the share of American energy resources in the global oil and gas markets. The work analyzes the consequences of increasing foreign trade tariffs for the largest American counterparties: China, India, the EU. The author comes to the conclusion that the global tariff war unleashed by D. Trump has as one of its primary goals the strengthening of the role of the United States in global energy policy, clearing market niches for the export of American energy resources and increasing influence on a number of oil and gas importing countries, both geopolitical rivals and allies.
Keywords: US foreign economic policy, import tariffs, liquefied natural gas, oil, energy imports.

В 2024 г. объем товарооборота между КНР и США составил 688,3 млрд долл., но из-за тарифных войн этот показатель может сократиться на 80%

Главным глобальным экономическим трендом первой половины 2025 г. стали так называемые тарифные войны, анонсированные Президентом США Дональдом Трампом еще в период предвыборной кампании и развернувшиеся сразу после его возвращения в Белый дом. Ставки ввозных пошлин были резко повышены как для отдельных категорий товаров (автомобили, компьютеры), так и для большинства стран мира. Основным объектом при этом стал импорт из Китая, пошлины для которого были первоначально установлены в размере 20%, а затем доведены до совершенно фантастической величины в 145%. В начале мая Вашингтон и Пекин достигли договоренности о снижении ставок до уровня в 30% на ближайшие 90 дней. Однако, во-первых, сама по себе пошлина в размере 30% является крайне высокой и служит серьезным барьером для взаимной торговли. А во-вторых, трехмесячная пауза взята для выработки двухстороннего торгового соглашения, которое может быть и не достигнуто, что способно породить очередной виток торговых войн.

Данные события привели к хаосу как в системе международной торговли, так и в ряде ключевых отраслей экономики, включая энергетику. Только за первую неделю после объявления о повышенных тарифах (2–10 апреля 2025 г.) нефтяные котировки сорта Brent упали более чем на 12 долл. за баррель, с 74,95 долл./барр. 2 апреля до 62,82 долл./баррель восьмого числа того же месяца [1]. В дальнейшем неопределенность с размером грядущих тарифов вкупе с рядом других факторов (в первую очередь речь идет об увеличении добычи в рамках альянса ОПЕК+) стала причиной закрепления нефтяных цен в коридоре 60–70 долл. за баррель, что существенно ниже прогнозов ведущих аналитических центров.

Последствия тарифных войн не исчерпываются лишь влиянием на нефтяные котировки, они могут привести к существенным подвижкам как в направлениях и структуре глобальной торговли «черным золотом», так и в энергетической политике ключевых экономик.

Китайская стена не дрогнет

Наиболее пострадавшей стороной в ходе тарифных войн может оказаться Китай. Согласно прогнозу Всемирной торговой организации (ВТО), товарооборот между США и КНР может сократиться на 80% из-за введения взаимных пошлин [2].

СПГ-терминал в Китае
Источник: ImagineChina Limited

По итогам 2024 г. объем данного товарооборота составил 688,28 млрд долл. (на 3,7% больше, чем годом ранее), при этом на экспорт из Поднебесной пришлась львиная доля данного показателя – 524,66 млрд долл. На первый взгляд, в масштабах китайской экономики цифра не критическая, составляющая менее 3% ВВП страны (18,41 трлн долл.). Но от ограничительных мер пострадает широкий круг китайских компаний, которые будут вынуждены переориентировать свои товарные потоки на другие страны, что неизбежно приведет к потере части потенциальной прибыли. В частности, по мнению советника главы ЦБ Кирилла Тремасова, следует ожидать ослабления курса юаня и, соответственно, повышение конкурентоспособности китайских производителей на российском рынке [3]. При этом, по мнению экспертов, 90-дневный мораторий на повышение тарифов не поможет стабилизировать ситуацию и сбои в цепочках поставок будут продолжаться как минимум до конца года.

Поэтому вполне ожидаемой оказалась жесткая реакция китайских властей на действия Дональда Трампа. Так, с 10 февраля были введены дополнительные пошлины в размере 10–15% на импортируемые из США энергоресурсы, сельскохозяйственную технику и некоторые виды автомобилей (при том что Вашингтон первоначально установил 20%-ный тариф на китайские товары). После того как в начале апреля американский президент объявил о вводе дополнительной 34%-ной пошлины на поставки из КНР, Пекин ответил зеркально. Таким образом, пошлина на ввоз американских энергоресурсов достигла 44–49%. Ее применение означало бы полное прекращение подобных поставок.

Именно энергоресурсы составляли первую по значимости статью американского экспорта в КНР. По итогам 2024 г. их было поставлено на сумму в 23,1 млрд долл [4]. при общем объеме экспорта в 163,6 млрд долл. Теперь же торговля энергоресурсами между двумя странами фактически прекращена – последний газовоз с американским СПГ прибыл к берегам Китая 6 февраля, то есть незадолго до введения «первой волны» пошлин.

Не стоит переоценивать роль американского СПГ в энергобалансе Китая. Согласно информации Главного таможенного управления КНР, в 2024 г. из США было импортировано 4,3 млн т сжиженного природного газа, что составляет лишь 6% от всех закупок (77 млн т). Еще менее значима доля угля – 12,1 млн из 352,4 млн т, или 3%, нефти – 9,6 млн из 553,5 млн т или 2% и нефтепродуктов – 462 тыс. из 48,3 млн т, или 1% [5]. Для сравнения, Россия поставила в прошлом году в Китай 8,3 млн т СПГ, то есть почти в два раза больше, чем США, а также 31 млрд м^3 трубопроводного газа по магистрали «Сила Сибири». Это эквивалентно примерно 22 млн т СПГ.

Еще до введения повышенных тарифов Bloomberg прогнозировал снижение китайского импорта СПГ в 2025 г. на 12%, главным образом за счет уменьшения поставок из США и Австралии. Это обусловлено в первую очередь ростом объемов прокачки газа по трубопроводу «Сила Сибири», который в конце 2024 г. вышел на свою полную проектную мощность. Более того, по данным Bloomberg, Китай с 2022 г. занимается активным реэкспортом американского СПГ, при этом порядка 70% перепродаж приходится на Европу [6]. Проще говоря, американский сжиженный газ не очень-то нужен Поднебесной, он скорее играл роль резервного источника.

В этой связи вряд ли стоит говорить о том, что Китаю потребуются новые масштабные источники поставок голубого топлива взамен американского СПГ. В отечественных СМИ в последние месяцы активно обсуждается идея о том, что американские тарифы станут импульсом для заключения Пекином окончательного соглашения с Россией по сооружению магистрали «Сила Сибири – 2», что позволит компенсировать недополученные из США объемы. Даже выдвигалось предположение о том, что соответствующий договор будет подписан в ходе визита в Москву Си Цзиньпина в мае нынешнего года. Но, во-первых, масштабы данных поставок несопоставимы. Предполагаемая пропускная способность «Силы Сибири – 2» составляет 50 млрд м^3, что эквивалентно около 35 млн т СПГ.

Во-вторых, не в стиле Пекина действовать под давлением каких-либо внешних обстоятельств. Долгий процесс обсуждения проекта «Сила Сибири – 2» во многом был обусловлен желанием китайской сто-

Перевалка СПГ на танкер, Китай
Источник: tradewindsnews.com

Торговля энергоресурсами между КНР и США фактически прекращена – последний газовоз с американским СПГ прибыл к берегам Китая 6 февраля, незадолго до введения «первой волны» пошлин

роны занять как можно более комфортную позицию на переговорах и благодаря этому получить наиболее выгодные ценовые условия. Поэтому вряд ли стоит ожидать, что переговоры увенчаются успехом, когда Пекин находится в слабой (или кажущейся слабой) позиции из-за потери одного из источников газоснабжения, даже если эта потеря на самом деле невелика.

Вместе с тем, встает вопрос о том, как тарифная война в целом повлияет на динамику ВВП Китай и на перспективы роста энергопотребления в стране. Первая реакция экономики КНР на политику Д.Трампа оказалась достаточно неожиданной – ВВП страны в первом квартале вырос на 5,4% в годовом выражении при прогнозе в 5,1%. Однако, по мнению экспертов, этот рывок объясняется именно наращиванием деловой активности в преддверии неминуемого спада из-за введения высоких пошлин. Китайские компании стремились увеличить свои продажи по принципу «пока не началось». Но после введения пошлин цифры могут быть уже несколько иными. В частности, банк CITI снизил свой прогноз по ВВП Китая на 2025 г. с 4,7% до 4,2%, Goldman Sachs – с 4,5% до 4%, UBS – с 4% до 3,4%. Консенсус-прогноз свидетельствует также о снижении темпов роста экономики страны в 2026 г. по сравнению с 2025-м. Правда, такие пессимистические оценки расходятся с официальной позицией самого Пекина. Так, в марте Всекитайское собрание народных представителей (высший государственный орган страны) утвердило плановый показатель, равный 5% роста ВВП в нынешнем году.

Впрочем, американские тарифы могут дать и диаметрально противоположный эффект, то есть обернуться некоторым увеличением китайского ВВП. Этому может

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

быть несколько причин. В частности, как пишет The New York Times [7]., тотальный характер тарифной войны может привести к тому, что КНР превратится в относительно безопасную гавань для глобального бизнеса. Действительно, если под удар попали практически все страны мира, то есть смысл переносить производство и инвестиции в то государство, которое лучше всех сможет «держать удар». И это именно Китай, который в отличие от более мелких стран имеет развитый внутренний рынок, хорошую инфраструктуру, понятные правила государственного регулирования и т. д. Еще одна причина роста может крыться в укреплении торгового партнерства между Китаем и Европой, что в итоге может привести к формированию некоего неформального «союза пострадавших» от американской политики.

И вряд ли замедление роста экономики страны, даже если оно будет иметь место, приведет к существенным подвижкам спроса на основные энергоресурсы. Что касается нефти, то здесь ситуация определяется совсем другими обстоятельствами, нежели действия администрации Трампа. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), в 2024 г. потребление основных нефтепродуктов в Китае незначительно сократилось и составило 8,1 млн б/с, а в нынешнем году ожидается его достаточно скромный прирост – на 210 тыс. б/с. Вместе с тем агентство не исключает, что спрос на топливо в Поднебесной уже прошел свой пик. Причина этого – в быстром росте парка электромобилей. По оценкам газеты Financial Times, в 2025 г. в Китае будет продано свыше 12 млн электромобилей, что на 1 млн больше, чем «традиционных» авто. И это приведет к дальнейшему сокращению спроса на моторное топливо. Свою роль также играет перевод части автопарка на газ. В связи с этим Всекитайское собрание народных представителей постановило взять курс на постепенное сворачивание нефтепереработки в стране с переносом акцента на развитие нефтехимии. Глубокая переработка «черного золота» позволит избежать резкого падения спроса на данный вид сырья, но вряд ли сможет полностью компенсировать потери, связанные с развитием электротранспорта.

Производство солнечных панелей в Китае
Источник: Imaginechina Corbis

Важным моментом является также развитие нефтедобычи в самом Китае. После периода спада, пришедшегося на 2013–2018 гг., она вернулась на траекторию роста и в марте нынешнего года приблизилась к рекордному показателю в 4,6 млн б/с. Тем самым КНР впервые вошла в пятерку крупнейших в мире производителей «черного золота». На фоне замедления спроса на данный энергоноситель это означает повышение уровня самообеспечения и снижение рисков, связанных с прерыванием поставок из других источников, в частности из США. Надо отметить, что хотя Китай остается крупнейшим в мире импортером нефти (553,41 млн т в 2024 г.), объем закупок прошлом году сократился на 1,9%. На этом фоне фактор тарифных войн и гипотетического снижения ВВП Китая будет играть роль статистической погрешности при определении перспектив спроса на нефть в стране.

Если под удар тарифной войны попали практически все страны мира, то есть смысл переносить производство и инвестиции в то государство, которое лучше всех сможет «держать удар» – в Китай

Газ сталкивается в Китае с аналогичными вызовами, что и нефть, а именно – с растущей конкуренцией со стороны альтернативных источников энергии. С одной стороны, импорт «голубого топлива» в 2024 г. вырос почти на 10% и достиг 131,69 млн т (в пересчете на нефтяной эквивалент). С другой стороны, в главном сегменте потребления газа – в электроэнергетике – стремительно расширяется доля ВИЭ. Согласно прогнозу Совета по электроэнергетике Китая, к концу нынешнего года установленная мощность национального энергокомплекса превысит 3,8 ТВт, что на 14% выше показателя предыдущего года. При этом установленная мощность генерации на основе неископаемого топлива составит около 2,3 млрд киловатт или 60% от общего объема [8].

Кроме того, согласно апрельскому докладу Китайской ассоциации атомной энергии (China Nuclear Energy Association, CNEA), КНР вышла на первое место в мире по мощности АЭС. В стране уже эксплуатируют, строятся или планируются к строительству 102 атомных энергоблока общей мощностью 113 млн киловатт [9].

Таким образом, газ остается важнейшим инструментом снижения доля угля в энергобалансе КНР, но при этом газовая генерации испытывает сильное давление со стороны сектора ВИЭ и атомной энергетики. И именно эти процессы, а не ход тарифных войн, будут определять размер спроса на «голубое топливо» в среднесрочной перспективе. В целом сохраняются достаточно хорошие перспективы спроса на газ в Китае. Напомним, что по ряду оценок его объем может достигнуть к 2030 г. 600 млрд м^3 (в 2023 г., согласно данным Statistical Review of World Energy – 2024, он равнялся 404 млрд м^3).

Второй конец «палки»

Необходимо учитывать и еще одно важное обстоятельство – торговая война между Вашингтоном и Пекином будет иметь важные последствия не столько для китайской, сколько для американской энергетики. Прежде всего, резкое повышение тарифов означает болезненный удар для сектора возобновляемой энергетики США. Да, Дональд Трамп является последовательным противником идеи энергоперехода и сразу после возвращения в Овальный кабинет он аннулировал ряд преференций для данного сегмента. Но тем не менее ветровая и солнечная генерация остаются важнейшим элементом национальной энергосистемы, на их долю приходится чуть меньше четверти выработки электроэнергии в стране. И именно с ВИЭ связывались перспективы наращивания электрогенерации, в том числе и в связи с намечающимся переносом на территорию США производственных мощностей из других регионов, чего так добивается Трамп. Согласно краткосрочному прогнозу (Short-Term Energy Outlook) Управления энергетической информации (EIA) США, опубликованному 6 мая 2025 г., в нынешнем году производство электроэнергии в стране увеличится на 2%, при этом выработка на газовых электростанциях сократится на 3% из-за повышения цен на газ, а на угольных – вырастет на 6%! Самыми же быстрыми темпами будет расти генерация в секторе солнечной энергетики – на 34% в 2025 г. и на 18% в 2026 г [10].

Производство литиевых батарей в Китае
Источник: xixspecials.shop

Но торговая война с Китаем может ударить по сфере ВИЭ гораздо сильнее, чем отмена государственных льгот и субсидий. Дело в том, что на Китай сегодня приходится свыше 90% поставок литий-ионных аккумуляторов, используемых для хранения энергии в США. Как отмечает Financial Times со ссылкой на исследовательскую компанию Rho Motion, несмотря на усилия по наращиванию их внутреннего

США практически не скрывают своих намерений сделать из Индии «второй Китай» в плане перемещения туда производств, требующих наличия значительных и дешевых трудовых ресурсов

производства, собственных мощностей недостаточно для удовлетворения спроса. Кроме того, по данным Rystad Energy, в последние годы США импортировали около 95 млн фотоэлектрических панелей. Правда, в данном случае закупки осуществлялись в основном не в Китае, а других станах Юго-Восточной Азии – Вьетнаме, Малайзии и Таиланде. Но повышение тарифов может сказаться и на этих поставках. В свою очередь, ветроэнергетическая индустрия США практически на 50% зависит от поставок из стран ЕС [11].

Таким образом, несмотря на заявления Трампа о сворачивании зеленой энергетики, на практике ухудшение (или даже полный разрыв) торговых отношений со странами-экспортерами оборудования для ВИЭ может серьезно сказаться на энергетической безопасности США и привести к перебоям поставок электроэнергии в регионах, наиболее зависимых от ВИЭ.

Тарифная война не в интересах и американских нефтегазовых компаний, лоббистом которых выступает Дональд Трамп. Несмотря на то, что на поставки нефти и газа из США в Китай приходится относительно небольшая доля торговли энергоресурсами двух стран, именно КНР остается одним из самых перспективных рынков для сбыта ископаемого сырья. И некоторые действия администрации Трампа наводят на мысль, что ее целью является как раз частичное вытеснение конкурентов с данного рынка.

В самом деле, энергетическая политика 47-го президента оказывается в логической ловушке. Реализация стратегии «Бури, детка, бури!» неизбежно приведет к увеличению предложения американской нефти (что, впрочем, наблюдалось и в годы правления Джо Байдена) и, соответственно, к еще большему снижению мировых цен. На фоне же общего охлаждения глобальной экономики вследствие торговых войн котировки могут упасть до уровня, делающего разработку значительной части сланцевых месторождений в США нерентабельной. Согласно опросу, проведенному в начале 2025 г. исследовательской компанией Statista, для рентабельного бурения новой скважины нефтедобывающим компаниям, работающим в Пермском бассейне, требовалось, чтобы цена на нефть WTI составляла минимум 61 долл. за баррель. Для действующих скважин уровень безубыточности равняется 33 долл. То есть американские сланцевые компании еще до того, как они нарастили производство (в масштабах, предполагаемых Трампом), балансируют на грани прибыльности. В случае же дальнейшего падения котировок спонсорам предвыборной кампании республиканцев грозит банкротство.

Выйти из этой ловушки можно за счет вытеснения с рынка других производителей и экспортеров. Вряд ли удастся это сделать по отношению к странам-участницам альянса ОПЕК+, которые, наоборот, вынужденно взяли курс на постепенное восстановление своей добычи. Но можно попытаться убрать из глобального торгового баланса сырье, которое уже находится под американскими санкциями. Речь идет о поставках из Венесуэлы и Ирана. После возвращения Трампа в президентское кресло было объявлено об очередном ужесточении санкций против Каракаса (напомним, они были временно ослаблены в период правления Байдена), была отозвана лицензия у корпорации Chevron, осуществлявшей операции в этой южноамериканской стране.

Си Цзиньпин на встрече G20
Источник: gints.ivuskans / depositphotos.com

Одновременно США усилили давление на Иран. В начале мая в ходе своего визита на Ближний Восток Дональд Трамп ввел несколько раундов рестрикций против нефтяной промышленности Исламской Республики, пригрозив при этом вторичными санкциями контрагентам из третьих стран, покупающим иранскую нефть [12].

Адресат этих угроз вполне очевиден – это Китай. Именно он является главным покупателем нефти из Венесуэлы и Ирана. Пока что «завинчивание санкционных гаек» приводит к прямо противоположным результатам – в частности, в апреле нынешнего года венесуэльская PDVSA перенаправила объемы, ранее предназначавшиеся для американских НПЗ, в Малайзию. Секретом Полишинеля является тот факт, что именно Малайзия служит перевалочным пунктом для поставок «черного золота» в КНР. Однако дальнейшее усиление санкций (а точнее, более жесткий контроль над соблюдением применения уже имеющихся ограничений) могло бы заметно усложнить подобные операции. Так, венесуэльско-китайское энергетическое сотрудничество могла быть существенно затруднено в случае получения Соединенными Штатами контроля над Панамским каналом, к чему так стремится Трамп.

Причиной упомянутых санкций является не только и не столько стремление получить те или иные политические уступки от Каракаса и Тегерана, сколько именно расчистка ниши для американской нефти на внешних рынках и в первую очередь в Китае. Иными словами, цель тарифной войны – не сокрушение экономики Китая, такой гигант не по силам даже США, да и его гипотетическое падение привело бы к невиданному ранее глобальному кризису. Задача заключается в том, чтобы склонить Поднебесную к более выгодным для Америки условиям торговли, в том числе энергоресурсами. Увеличение поставок американской нефти и СПГ может стать важной частью нового соглашения между Вашингтоном и Пекином. Дональд Трамп еще в феврале недвусмысленно заявил о том, что Китай проявляет высокий

Добыча газа в США
Источник: change.org

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

интерес к закупкам СПГ у Соединенных Штатов. И конечная цель тарифного шантажа – еще более повысить этот интерес.

Индия оказывается в выигрыше?

Одним из следствий торговой войны между Вашингтоном и Пекином может стать… закрепление за Индией роли главного драйвера спроса на энергоресурсы. США практически не скрывают своих намерений сделать из Индии «второй Китай» в плане перемещения туда производств, требующих наличия значительных и дешевых трудовых ресурсов. А это, соответственно, должно привести к увеличению спроса на энергоносители, в том числе на нефть и газ.

По оценкам World Population Review (WPR), еще в 2022 г. Индия обогнала Китай по численности населения – оно достигло 1,417 млрд человек, что на 5 млн больше, чем в КНР. А к 2030 г. данный разрыв может достигнуть 300 млн человек [13]. При этом по потреблению энергии на душу населения Индия в 4,4 раза уступает Поднебесной (27,3 гигаджоуля против 119,8 Гдж, по состоянию на 2023 г.) [14]. А разрыв по потреблению нефти – почти трехкратный. Поэтому потенциал наращивания спроса на черное золото – огромен. Так, ОПЕК в своем апрельском прогнозе отмечает, что в нынешнем году КНР пока еще будет опережать своего соседа по данному параметру – спрос вырастет на 270 тыс. б/с (до 16,95 млн б/с) против 210 тыс. б/с (до 5,76 млн б/с). Но уже в 2026 г. они поменяются местами – 210 тыс. б/с (до 17,16 млн б/с) в КНР и 250 тыс. б/с (6,01 млн б/с) [15].

В свою очередь, эксперт компании Wood Mackenzie Алекса Уитворт отмечает, что спрос на электроэнергию в Индии вырос в 2024 г. более чем на 8%, и это сделало страну третьим по величине рынком электроэнергии в мире, а к 2050 г. спрос на нее увеличится в три раза [16].

Ситуация в индийской экономике далеко не безоблачная. По итогам 2024–2025 финансового года (закончился в марте) ВВП Индии, по предварительным оценкам, вырос на 6,5%. На первый взгляд, это очень высокий показатель, более чем в два раза превышающий среднемировой уровень за 2024 г. (3,2%). Однако для Индии это явное торможение, поскольку такой «низкой» динамики не было со времен пандемии. В 2023–2024 финансовых годах, для сравнения, ВВП страны вырос на 9,2%. Среди причин замедления, помимо денежно-кредитной политикой Резервного банка Индии (RBI) и негативного влияния внешней конъюнктуры, эксперты называют также высокие цены на энергоносители.

Население Индии достигло к 2025 г. 1,46 млрд человек
Источник: manoejp7 / depositphotos.com

Но теперь ситуация может измениться. С одной стороны, стоимость энергоресурсов снижается. С другой стороны, Индия может воспользоваться последствиями тарифной войны, развязанной Дональдом Трампом. Она уже достаточно давно пытается позиционировать себя как альтернативного Китаю претендента на роль «всемирной мастерской». Еще в 2022 г. президент Американо-индийского форума стратегического и партнерства (USISPF) Мукеш Аги заявил, что 200 американских компаний рассматривают возможность переезда из «коммунистического» Китая в Индию, где для них открываются более широкие возможности [17].

Весной нынешнего года, по данным индийской газеты The Economic Times, власти страны вновь предложили американским компаниям, которые намерены уйти из Китая, перенести производство на свою территорию. «Правительство определило 10–12 секторов, таких как электроника, фармацевтика, химия, автомобили, игрушки, кондиционеры, бытовая техника, где Индия может иметь конкурентное преимущество, и эти секторы будут поддержаны», – сообщил источник издания. Одновременно правительство поддерживает индийские корпорации, планирующие выйти на рынок США [18]. И «первые ласточки» уже полетели. Здесь показателен пример Apple – если ранее его производство было в основном сосредоточено на территории Поднебесной, то теперь каждый пятый iPhone в мире собирается в Индии [19].

Под планы превращения Индии в новую «глобальную мастерскую» готовят и соответствующие логистические проекты. Так, 9 сентября 2023 г. в ходе саммита G20 в Нью-Дели представители Индии, США, ОАЭ, Саудовской Аравии, Франции. Германии, Италии и ЕС подписали меморандум о создании экономического коридора «Индия – Ближний Восток – Европа» (IMEC). Его задача – укрепление транспортных и коммуникационных связей между Европой и Азией с помощью железнодорожных и морских сетей. По сути, это альтернатива китайском инициативе «Один пояс – один путь».

Но массовый «глобальный переезд» крупного бизнеса остается только более-менее отдаленной перспективой, в вот реальная торговля между Соединенными Штатами и Индией растет. На протяжении четырех последних лет, начиная с 2021–2022 финансового года, США являются крупнейшим торговым партнером Дели, они сместили с первого места Китай и отодвинули ОАЭ на третью позицию. По итогам 2024–2025 финансового года товарооборот между двумя странами достиг 131,84 млрд долл. Ожидается, что уже к 2050 г. он может увеличиться более чем в два раза и достигнуть 500 млрд долл. [20].

Производство автомобилей Suzuki в Индии
Источник: newsmakerslive.org

На протяжении последних 4 лет, начиная с 2021–2022 финансового года, США являются крупнейшим торговым партнером Дели, они сместили с 1 места Китай и отодвинули ОАЭ на 3 позицию

Казалось бы, Дональд Трамп в своей тарифной войне не щадит и Индию – пошлины для нее были установлены на уровне 26%. Это, конечно, ниже чем для Китая (34%), но существенно выше базовой отметки в 10%. Но, скорее всего, гнев быстро сменится на милость. Тем более что официальный Дели, в отличие от Китая, который де-факто «поднял перчатку» торговой войны, сразу же пошел на уступки. В частности, было заявлено о намерении снизить ввозные пошлины на автомобили, сельскохозяйственную и химическую продукцию, лекарственные препараты, а также отдельные виды медицинской техники и электроники [21]. Также началась подготовка к заключению торгового соглашения между Вашингтоном и Индией, которое вывело бы страну из-под угрозы трамповских тарифов. Согласно имеющейся информации, в договор может быть включено 19 пунктов, охватывающих такие сферы, как сельское хозяйство, электронная коммерция, хранение данных, поставка металлов.

Заметную роль в американо-индийском товарообороте играют энергоресурсы: нефтепродукты находятся на четвертой позиции среди статей экспорта в США (4,1 млрд долл. в 2024 г.), а сырая нефть – первое среди импортируемых из Соединенных Штатов товаров. И имеются вполне реальные перспективы повышения этих показателей. Как заявил первый заместитель министра иностранных дел Индии Викрам

Мисри на брифинге по итогам переговоров индийского премьер-министра Нарендры Моди и американского президента Дональда Трампа в Вашингтоне, в ближайшем будущем объем закупок американских энергоносителей может вырасти с нынешних 15 до 25 млрд долл. в год [22].

Естественно, подобные намерения вызывают беспокойство по поводу судьбы поставок российской нефти и СПГ в Индию. По данным Министерства торговли Индии, по итогам 2024 г. страна закупила

АЭС «Куданкулам» в Индии

Источник: woodenarts.ru

87,5 млн т нефти из РФ, что на 6,9% больше, чем годом ранее. Таким образом, на российское «черное золото» пришлось 36,4% индийского импорта. А в апреле нынешнего года, по оценке Bloomberg, поставки достигли рекордных отметок в 2,15 млн б/с. Сохранится ли подобная динамика в случае укрепления американо-индийского энергетического партнерства и переориентации на этот рынок объемов нефти и СПГ, ранее поставлявшихся американскими компаниями в Китай?

Важно ответить, что у России тут есть важные конкурентные преимущества. Во-первых, это уровень цен. Как подчеркивает ведущий аналитик компании Kpler Сумит Ритолия, цены на российскую нефть Urals по-прежнему остаются привлекательными для индийских НПЗ, поскольку она продается с «выгодным дисконтом» по сравнению с углеводородами из Западной Африки и Ближнего Востока [23]. Во-вторых, существуют долгосрочные договоренности о поставке российской нефти в Индию. К примеру, в декабре прошлого года «Роснефть» заключила с индийским нефтеперерабатывающим заводом Reliance контракт на поставку нефти в объеме 500 тыс. б/с сроком на 10 лет. Кроме того, в случае успешной реализации планов по переносу в Индию части производств американских компаний и общего оживления экономической ситуации в стране возможен рост спроса на нефть даже выше ранее прогнозировавшихся показателей. То есть поставщикам сырья не придется «толкаться локтями» на индийском рынке.

В то же время возможно усиление позиций в Индии американского СПГ. В частности, уже после ведения повышенных тарифов появилась информация о том, что международный трейдер Trafigura будет поставлять в Индию американский СПГ с привязкой к ценам на Henry Hub. В операции по переформатированию поставок в азиатском регионе включилась и компаний ADNOC (ОАЭ), которая перенаправила часть своего СПГ в Китай (лишившийся американского газа) и одновременно начала поставлять в Индию американский СПГ. Одновременно индийские компании демонстрируют интерес к американским СПГ-проектам. Gail, крупнейший в стране дистрибьютер газа, заключила договор о приобретении до 26% акций одного из заводов по сжижению на территории США, а также строящегося объекта (планируемый ввод в эксплуатацию – 2027 г.) [24].

Важным вопросом остается возможная реакция Пекина на усиление позиций Индии в глобальной системе разделения труда и на попытки «переманить» иностранные компании. К примеру, в рамках уже упомянутого кейса, китайские власти начали блокировать поставки оборудования для производства iPhone в Индии. Но данное противодействие может принять и более радикальные формы. В частности, ряд наблюдателей высказывают гипотезу о том, что за резким обострением ситуации на индийско-китайской границе весной нынешнего года стоял именно Пекин, пытающийся руками своего союзника, Исламабада, создать проблемы своему главному конкуренту. Сегодня главным экономическим партнером Пакистана является именно Китай, который в период с 2003 г. предоставил ему кредиты на сумму 6,5 млрд и обеспечил около 60% прямых иностранных инвестиций… Хотя начавшийся конфликт пока не перерос в масштабные военные действия, он стал хорошим напоминанием для потенциальных инвесторов о том, что выход на индийских рынок связан с определенными геополитическими рисками. Иными словами, скрытые противоречия между двумя азиатскими лидерами, копившиеся уже несколько десятилетий, ныне выходят наружу и обостряются именно благодаря тарифным войнам Дональда Трампа.

Американский СПГ в Европе: больше, но не дешевле

Европа, на первый взгляд, не относится к числу первоочередных целей «тарифных войн» Дональда Трампа. Для стран ЕС была введена дополнительная ставка в 20%, но показательно, что для государств, не входящих в это объединение, Великобритании и Норвегии, она составила лишь 10%. По оценкам экспертов, повышение тарифов охватит 70% всего европейского экспорта на сумму в 380 млрд евро и «обойдется» Старому Свету в 80 млрд евро [25]. Особенно болезненным для европейцев стало повышение тарифов на поставку в США стали и алюминия. В ответ ЕС поднял ставки на импорт ряда американских товаров, в частности мяса птицы, риса, табака, соевых бобов, одежды, косметики, предметов роскоши. Американские торговые барьеры могут на корню унич-

СПГ-проект Freeport в США

Источник: clui.org

тожить появившиеся в начале этого года робкие ростки надежды на выход ЕС из состояния рецессии. Так, по итогам первого квартала ВВП Евросоюза прибавил на 0,3% по сравнению с предыдущим кварталом и 1,4% год-к-году [26].

При этом «энергетический след» читается в европейском векторе тарифной политики Трампа еще более отчетливо, чем в китайском или индийском. Американский президент четко обозначил условия снижения ставок для «европейских партнеров»: покупку у США нефти и газа на сумму 350 млрд долл. В первую очередь речь идет об СПГ, что особенно актуально на фоне снижения данных поставок в прошлом году. По данным Института эконо-

Добыча газа в США

Источник: novostipmr.com

мики энергетики и финансового анализа (IEEFA), в 2024 г. Соединенные Штаты обеспечили 46% импорта СПГ в Европу, однако в объемном выражении он сократился на 18%, притом что поставки из России в Европу в целом увеличились на 12%, а в страны ЕС – на 18% [27]. В ценовом же выражении, по подсчетам РИА Новости, американский экспорт СПГ в Европу упал на 26% по сравнению с предыдущим годом, до 12,73 млрд долл [28]. С одной стороны, данный факт обусловлен общим сокращением потребления газа в Европе на 19% в 2024 г., то есть до 11-летнего минимума.

Повышение тарифов охватит 70% всего европейского экспорта на сумму в 380 млрд евро и «обойдется» Старому Свету в 80 млрд евро. Особенно болезненным стал рост тарифов на сталь и алюминий

С другой же стороны, «проседание» американских поставок вызвано тем, что трейдеры зачастую предпочитают отправлять СПГ из США на более премиальные рынки, прежде всего, в Азию.

Правда, уже в первом квартале нынешнего года ситуация несколько изменилась. Как сообщило агентство Reuters со ссылкой на компанию Kpler, поставки американского СПГ с января по апрель составили 34,6 млн т, что стало самым высоким показателем за всю историю подобных операций. При этом на Европу пришлось 77% этого объема (26,5 млн т). «Закупки в Европе выросли на 49% по сравнению с первыми четырьмя месяцами 2024 г., что говорит о том, что европейские потребители и трейдеры газа, по крайней мере отчасти, пытались успокоить президента США Трампа, скупая американские грузы во время переговоров о тарифах», – констатирует Reuters [29].

Сохранится ли данная тенденция? Реализация стратегии «Бури, детка, бури!» применительно к газу предполагает активизацию создания СПГ-мощностей на территории США и, соответственно, увеличение поставок «голубого топлива» на внешние рынки. Отсюда и вытекает вышеупомянутое требование Трампа. И, казалось бы, страны Европы должны быть не против увеличения присутствия на своем рынке американского СПГ, особенно на фоне продолжающихся дискуссии о полном отказе от российских энергоресурсов, включая сжиженный газ уже к 2030 г. В частности, Фридрих Мерц, уже после победы на выборах в Германии, но еще до утверждения на пост канцлера, заявил в интервью The Economist о намерении заключить долгосрочные контракты на поставку американского НПЗ. Однако на пути осуществления подобных планов возникает ряд препятствий.

Первое из них связано с высокой стоимостью американского СПГ. Как отмечает издание Politico, в связи с необходимостью заполнения европейских газовых хранилищ на 90% к началу отопительного сезона, Европа вынуждена закупать дорогой американский СПГ. Поэтому ряд стран, включая Францию, Германию, Италию, Австрию, Венгрию, Словакию и Нидерланды высказались за снижение указанного норматива на 10%, до 80%. Отказаться при этом предлагается именно от части американских поставок. [30].

В свою очередь, перед США стоит дилемма – продавливать экспорт своего СПГ по высоким ценам с помощью «тарифных рычагов», либо же снижать стоимость своего энергоносителя. Второй вариант предлагался еще в период президентства Байдена – тогда представители газового бизнеса США высказали идею о поставках в Европу на основе долгосрочных контрактов газа по фиксированной цене в 12 долл. за 1 млн британских тепловых единиц (БТЕ) [31]. Это в три раза выше, чем внутренние газовые цены в США, но очень неплохо для Европы (на момент данного предложения цены в Европе достигал 20 долл./млн БТЕ). По сути, озвученное Трампом требование относительно покупки

Укрепление зависимости от американских поставок энергоресурсов, даже в случае получения неких «скидок», будет означать дальнейшее ослабление промышленного потенциала Европы

СПГ-проект Freeport в США

Источник: vesselfinder.com

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

энергосетей на 350 млрд долл. как раз и подразумевает наличие именно долгосрочного контракта. Но не факт, что в этом случае речь может идти о снижении цены по отношению к текущему уровню.

Вторым препятствием на пути осуществления газовой стратегии американского президента может стать наличие соответствующих мощностей у американской СПГ-индустрии. Для сравнения, весь газовый экспорт США в 2023 г. равнялся 67 млрд долл., нефтяной – 117 млрд. То есть цифра в 350 млрд долл. существенно превышает годовой показатель поставок углеводородного сырья.

С одной стороны, желанный рост поставок в Европу может быть обеспечен за счет строительства и ввода в эксплуатацию новых мощностей по производству и отгрузке сжиженного газа. Так, по прогнозу BloombergNEF, к 2030 г. США могут более чем в два раза увеличить экспорт сжиженного природного газа, доведя его до 200 млн т в год (в 2024 г. он составил 93 млн т). Существуют и более смелые прогнозы – об утроении данного показателя.

С другой стороны, все та же тарифная война может существенно осложнить реализацию данных планов. В частности, введение 25%-х пошлин на поставку в США стали и алюминия способны привести к резкому удорожанию данных материалов и как следствие – к задержке процесса сооружения новых СПГ-терминалов.

Наконец, масштабные планы Трампа по «газовой экспансии» на внешние рынки вызывают тревогу у американских потребителей. Как отмечает Reuters, закупки СПГ могут стать для ряда стран самым простым способом сбалансировать торговлю с США и тем самым избежать повышенных тарифов. То есть спрос на данный ресурс может возрасти именно из-за его «политической значимости», СПГ станет «разменной монетой» на переговорах, даже если он не очень-то и нужен той или иной конкретной стране. А это, в свою очередь, может привести к дефициту «голубого топлива» на внутреннем рынке и его резкому подорожанию. «Цены на природный газ в США уже выросли примерно на 80% по сравнению с прошлым годом, но их ждет новый скачок из-за последствий последнего раунда торговых пошлин, введенных Правительством США на товары, ввозимые в страну», – говорится в материале Reuters [32].

Химическое производство в Гамбурге, Германия
Источник: PantherMediaSeller / depositphotos.com

Безусловно, как и в случае с Китаем, объем поставок американского СПГ в Европу будет зависеть от параметров соглашения, заключенного по итогам «тарифной войны». В случае с ЕС она обещает быть «маленькой и победоносной». В середине мая США и Евросоюз впервые после объявления о повышенных пошлинах начали прямые переговоры по этому поводу и обменялись меморандумами, в которых обозначили вопросы для обсуждения [33]. Впрочем, учитывая непредсказуемое поведение Трампа, Европа готовит и «план Б». Согласно информационным утечкам, Европейская комиссия анализирует возможность установления повышенных ставок на американский импорт на сумму 100 миллиардов евро в том случае, если переговоры не увенчаются успехом.

Но независимо от исхода переговоров Европа останется в роли проигравшего. Укрепление зависимости от американских поставок энергоресурсов, даже в случае получения неких «скидок» на эти поставки, будет означать дальнейшее ослабление промышленного потенциала Европы и служить главной цели Трампа – переносу производственных мощностей из Старого Света на территорию США.

Таким образом, тарифная война, развязанная Трампом, имеет в качестве одной из своих первоочередных целей укрепление роли США в глобальной энергетической политике, расчистку рыночных ниш для экспорта американских энергоресурсов и усиление влияния на ряд стран-импортеров нефти и газа, как геополитических соперников, так и союзников. Безусловно, это определенный вызов для России. Хотя ее напрямую не коснулось повышение американских пошлин (в связи с мизерными объемами взаимной торговли), наша страна может столкнуться с усилением конкуренции со стороны американских энергоресурсов, проталкиваемых при помощи «тарифной дубины». И речь может идти не только о прекращении экспорта российского СПГ в Европу, но и попытках Вашингтона вбить клин между Москвой и Пекином и ослабить позиции российских углеводородов на китайском рынке. Чтобы избежать подобных сценариев, необходимо учитывать все перипетии тарифной войны в системе энергетической политики РФ.

Регазицикационный терминал в ЕС
Источник: moderndiplomacy.eu

Использованные источники

1. *URL: https://investfunds.ru/indexes/624/*
2. *URL: https://tass.ru/ekonomika/23643287*
3. *URL: https://www.interfax.ru/business/1023283*
4. *URL: https://www.rbc.ru/newspaper/2025/04/07/67efd27c9a7947f19e00029c*
5. *URL: https://vz.ru/economy/2025/4/22/1327469.html*
6. *URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2025–04–28/china-re-exports-record-monthly-volume-of-lng-on-weak-demand*
7. *URL: https://www.nytimes.com/2025/04/09/business/trump-tariffs-china-factories.html*
8. *URL: https://renen.ru/prognoz-razvitiya-elektroenergetiki-kitaya-v 2025 godu/*
9. *URL: https://www.rbc.ru/rbcfreenews/680dcda99a79472f99296f3c*
10. *URL: https://www.eia.gov/outlooks/steo/*
11. *URL: https://www.ft.com/content/c1826ded 9f9b 4ab2–91d9–0fa157ef939c*
12. *URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2025–05–13/us-slaps-sanctions-on-network-shipping-iranian-oil-to-china*
13. *URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2023–01–18/india-s-population-overtakes-china-to-become-world-s-biggest-analysts-estimate?srnd=premium-europe*
14. *URL: https://www.connaissancedesenergies.org/sites/connaissancedesenergies.org/files/pdf-actualites/Statistical%20Review%20of%20World%20Energy%202024.pdf*
15. *URL: https://neftegaz.ru/news/finance/886444 opek-ponizila-prognoz-rosta-sprosa-na-neft-v 2025 g-na 150 tys-barr-sutki/*
16. *URL: https://www.thehindu.com/business/indias-energy-demand-to-triple-by 2050/article68719527.ece*
17. *URL: https://intuitconsultancy.com/india-may-become-new-home-for 200 american-manufacturing-companies-wanting-to-leave-china/*
18. *URL: https://tass.ru/ekonomika/23705443*
19. *URL: https://www.cnews.ru/news/top/2025–04–25_apple_potihomu_perenosit_sborku*
20. *URL: https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/foreign-trade/indias-trade-ties-with-us-goes-from-strength-to-strength-even-as-its-deficit-with-china-swells/articleshow/120332502.cms*
21. *URL: https://www.interfax.ru/business/1011136*
22. *URL: https://tass.ru/ekonomika/23137823*
23. *URL: https://www.forbes.ru/biznes/535718 postavki-rossijskoj-nefti-v-indiu-v-aprele-priblizilis-k-dvuhletnemu-maksimumu*
24. *URL: https://www.reuters.com/business/energy/indian-gas-firm-gail-seeks 26 stake-us-lng 2025–04–11/*
25. *URL: https://ria.ru/20250409/poshliny 2010155461.html*
26. *URL: https://www.finmarket.ru/news/6397444*
27. *URL: https://www.energy.gov/sites/default/files/2024–06/067.%20IEEFA%2C%20Global%20LNG%20Outlook%202024–2028.pdf*
28. *URL: https://ria.ru/20250207/ssha 1997871176.html*
29. *URL: https://www.reuters.com/business/energy/us-lng-exports-surge-new-highs-strong-buying-by-europe-maguire 2025–05–01/*
30. *URL: https://www.politico.eu/article/donald-trump-europe-natural-gas-trade-tariffs/*
31. *URL: https://tass.ru/ekonomika/16805675*
32. *URL: https://www.reuters.com/business/energy/us-natural-gas-prices-brace-impact-tariff-crossfire-maguire 2025–04–02/*
33. *URL: https://www.ft.com/content/57484113 c936–469d-a1ff 75a8ec44d6b0*

УДК 339.9 DOI 10.46920/2409-5516_2025_05208_62 EDN: TVGXPX

Проблемы экономической и энергетической безопасности и технологического суверенитета в России

Problems of economic and energy security and technological sovereignty in Russia

Александр КАЧЕЛИН
Старший научный сотрудник сектора энергетической политики центра инновационной экономики и промышленной политики Института экономики РАН, к. э. н.
E-mail: kachelin@inecon.ru

Михаил СОКОЛОВ
Ведущий научный сотрудник сектора энергетической политики центра инновационной экономики и промышленной политики Института экономики РАН, д. э. н.
E-mail: mistra-36@mail.ru

Alexander KACHELIN
Senior Researcher at the Center for Innovative Economics and Industrial Policy of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, PhD in Economy
E-mail: kachelin@inecon.ru

Mikhail SOKOLOV
Leading Researcher in the Energy Policy Sector at the Center for Innovative Economics and Industrial Policy at the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics
E-mail: mistra-36@mail.ru

Аннотация. Авторы анализируют текущую экономку России и приходят к выводу, что в условиях технологической революции, происходящей сегодня в мире: в энергетике, в электронике, в роботизации, во внедрении искусственного интеллекта во все сферы человеческой жизни, - сырьевая экономика не может обеспечить стране ни высоких темпов экономического роста, ни существенного повышения жизненного уровня населения. Для успешного преобразования сырьевой экономики России и достижения технологического суверенитета предлагается осуществить в стране целый ряд экономических преобразований, которые должны подключить к инвестиционной деятельности в обрабатывающих отраслях высоких переделов бездействующие сегодня огромные средства крупного и малого бизнеса, банков, населения. Одним из наиболее важных преобразований должно стать снижение налоговой нагрузки в наиболее технологичных отраслях обрабатывающей промышленности. Реформирование налогообложения в сторону снижения налоговой нагрузки вначале должно привести к сокращению налоговых поступлений в бюджет страны, в работе показаны возможные источники денежных средств для компенсации выпадающих в этом случае доходов.
Ключевые слова: технологический суверенитет, топливно-энергетический комплекс, доктрина, экспорт, нефтегазовые ресурсы, НИОКР, ВТО, шельф, производственные фонды, рента, капитализация, фондовый рынок, основные фонды, амортизация.

Abstract. The paper analyzes the reasons for the transformation of the Russian economy into a raw material appendage of the Western economy after its restructuring to the capitalist system. It is shown that in the conditions of the technological revolution taking place today in the world in energy, electronics, robotization, introduction of artificial intelligence in all spheres of human life, the raw material economy can provide Russia neither high rates of economic growth, nor a significant increase in the living standards of the population. In order to successfully transform Russia's raw material economy and achieve technological sovereignty, the paper proposes to carry out a number of economic transformations in the country, which should involve the huge funds of large and small businesses, banks, and the population, which are idle today, in investment activities in the manufacturing industries of high processing industries. One of the most important transformations should be the reduction of the tax burden in the most technologically advanced manufacturing industries. Reforming taxation in the direction of reducing the tax burden should first lead to a reduction in tax revenues to the budget of the country, the paper shows possible sources of funds to compensate for the revenue loss in this case.
Keywords: technological sovereignty, fuel and energy complex, doctrine, export, oil and gas resources, R&D, WTO, shelf, production funds, rent, capitalization, stock market, fixed assets, depreciation.

Введение

Анализ политических и экономических событий, происходящих сегодня в мире, отчетливо показывает, что происходят революционные изменения, непосредственно затрагивающие проблемы экономической, энергетической и технологической безопасности России. Они требуют в условиях многочисленных санкционных запретов на импорт оборудования и технологий из развитых стран, от российской экономики кардинальной перестройки структуры в пользу обрабатывающих отраслей с выпуском высокоэффективных видов оборудования и соответствующих технологий. По мнению А. Р. Белоусова, «наличие нефти и газа больше не гарантируют благополучного существования России» [34].

Сегодня конкурентоспособность на мировых рынках нефти и газа в значительной степени стала зависеть не от количества запасов углеводородов в той или иной стране, а прежде всего, от наличия соответствующих технологий и высокопроизводительного оборудования, позволяющих добывать нефть и газ из сланцев, на шельфе морей, из битуминозных песков,

из месторождений тяжелой нефти. В связи с активизацией проведения большинством развитых стран политики, направленной на сокращение выбросов в атмосферу парниковых газов, параллельно набирает силу процесс вытеснения нефти и газа возобновляемыми видами энергии и водородной энергетики. Данные процессы обуславливают нисходящий тренд по ценам на мировых рынках углеводородов. Уходит в прошлое время высоких цен на нефть и газ, а вместе с ним и поступление в огромных объемах доходов от экспорта нефтегазовых ресурсов, являвшихся основным драйвером роста российской экономики в последние два десятилетия.

Для того чтобы наладить собственное производство оборудования и технологий, надо разобраться, почему обрабатывающая промышленность России, обеспечивавшая в советское время потребности экономики в оборудовании и технологиях, за время перестройки экономики на капиталистические рельсы проиграла соревнование зарубежным производителям.

Многовековая практика развития капитализма показывает, что бизнес направляет свой капитал в те отрасли и производства, в которых он может работать с хорошей прибылью по своей деятельности. Так, добывающие отрасли получили преимущественное развитие в России, прежде всего по причине высокой доходности по их деятельности, которая позволяла их собственникам получать не только высокую прибыль и дивиденды, но и выплачивать государству рентные доходы. Происходило это в силу уникальных условий добычи нефти, природного газа в России и высоких мировых цен на углеводороды, несмотря на существенное отставание российских нефтегазодобывающих компаний по производительности труда от аналогичных компаний в развитых странах Европы и США.

Сегодня конкурентоспособность на мировых нефтегазовых рынках стала зависеть не от количества запасов углеводородов, а от наличия технологий и высокопроизводительного оборудования

Выступление главы ЦБ Э. Набиуллиной в Госдуме РФ
Источник: Госдума РФ

В отличие от добывающих отраслей, российские обрабатывающие отрасли во время перестройки советской экономики на капиталистические рельсы не имели особых преимуществ по производству оборудования и технологий, необходимых для успешной их деятельности.

Исходное разрушающее влияние на обрабатывающие отрасли в России произошло в начале 90-х годов прошлого столетия в результате закона с завуалированным названием «О перечне министерств и других учредительных органов государственного управления СССР» [35], подписанного Президентом СССР М. С. Горбачевым 1 апреля 1991 г., в результате которого были ликвидированы важнейшие стержни-скрепы экономики страны в виде Госплана, Госснаба, Комитета по ценам и отраслевых министерств. Госплан, как известно, планировал производство товаров, Госснаб распределял произведенные товары по потребителям, а отраслевые министерства осуществляли оперативное руководство, находящимися в их подчинении предприятиями, институтами, проектными организациями. В результате ликвидации этих стержней, в экономике страны наступил хаос, так как в условиях отсутствия рынка и ликвидации планово-распределительной экономики, производители не знали своих потребителей, а покупатели своих продавцов. Первоначально на выручку в этой ситуации пришел бартер и организация бирж.

В дальнейшем, чтобы хоть как-то стабилизировать и наладить денежное обращение в стране, исполняющий обязанности премьер-министра Е. Т. Гайдар отпустил цены в «свободное плавание».

Дополнительное негативное влияние на развитие обрабатывающих отраслей в России, особенно высоких переделов, оказало вступление страны в 2012 г. в ВТО и установление «смешных» заградительных таможенных пошлин в среднем по всем готовым изделиям в размере 7,8%, в т. ч. по бытовой технике, гражданским самолетам, легковым автомобилям, станкам, компьютерам – 9% [36], При таких заградительных таможенных пошлинах существенное отставание российских обрабатывающих отраслей по качеству изделий и в 3–4 раза по производительности труда сделали импортную продукцию обрабатывающих отраслей еще более привлекательной по стоимости для ее отечественных потребителей, что привело к дальнейшему банкротству и закрытию огромного количества предприятий, производящих изделия высоких переделов.

Кроме того, свой заметный «вклад» в упадок обрабатывающей промышленности России внесла налоговая система, введенная в конце 90-х гг. прошлого века и действующая до сих пор.

Здание центрального аппарата ФНС
Источник: 1rre.ru

Уходит в прошлое время высоких цен на нефть, а вместе с ним и поступление огромных доходов от экспорта нефтегазовых ресурсов, являвшихся основным драйвером роста российской экономики

В основе российского Налогового кодекса, который определяет правила налогового регулирования и достижения на этой основе соответствующего уровня рентабельности по отраслям народного хозяйства, в России, является принцип «нейтральности» при налогообложении, т. е. равенства для всех производителей по ставкам налогов, независимо от их отраслевой специфики. При использовании этого принципа наиболее высокая налоговая нагрузка непроизвольно формируется по наиболее технологичным видам производства обрабатывающей промышленности, в которых наблюдается высокая доля затрат на заработную плату в общих издержках.

Если в структуре общих издержек в добывающих и отраслях первого передела на заработную плату приходится в среднем 4–6%, то в обрабатывающих отраслях в 3–4 раза больше – 16–20%. В силу того, что затраты труда в России, облагаются высокими налогами в размере 43% (отчисления в ПФР – 22%, фонд ОМС – 5,1%, фонд социального страхования – 2,9%, НДФЛ – 13–15 [37] %), это приводит к сильнейшему перекосу в тяжести налогообложения по отраслям с высокой долей затрат на оплату труда в издержках производства.

По состоянию на 2021 г. социальные налоги и НДФЛ в среднем по всем обрабатывающим отраслям в 2,5 раза превышали выплаченный налог на прибыль, в том числе в производстве машин и оборудования в 5,2 раза, в производстве электронного и оптического оборудования – в 8,5 раза, в текстильном и швейном производстве – в 2,3 раза, а в добывающих и отраслях первого передела наоборот налог на прибыль в три раза превышал налоги на заработную плату (таблица 1).

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

Отрасли	Затраты фактические, млрд руб.	З/п без налогов, млрд руб.	Налоги на з/п: НДФЛ – 13%, соц. налоги – 30%, млрд руб.	Налог на прибыль – 20%, млрд руб.
	1	2	3	4
Добыча полезных ископаемых	17099	1953	483	1471
Структура затрат, в %	100	6,2	1,8	8,6
Обрабатывающие отрасли первого передела	21399	798,1	374,3	1246
Структура затрат	100	3,7	1,7	5,8
Обрабатывающие отрасли без первого передела	24334	2453	1142	450,8
Структура затрат	100	10,1	4,7	1,9
Производство машин и оборудования	1257	176,4	82,1	15,7
Структура затрат	100	14	6,5	1,2
Производство электронного и оптического оборудований	1290	240,2	110,3	13
Структура затрат	100	18,6	8,6	1
Текстильное и швейное производство	207,1	24,7	10,3	4,4
Структура затрат	100%	11,9%		

Таблица 1. Налоговая нагрузка на валовую прибыль по социальным налогам и налогу на прибыль по отраслям экономики России, 2021 г.

Источники: Росстат, Российский статистический ежегодник за разные годы

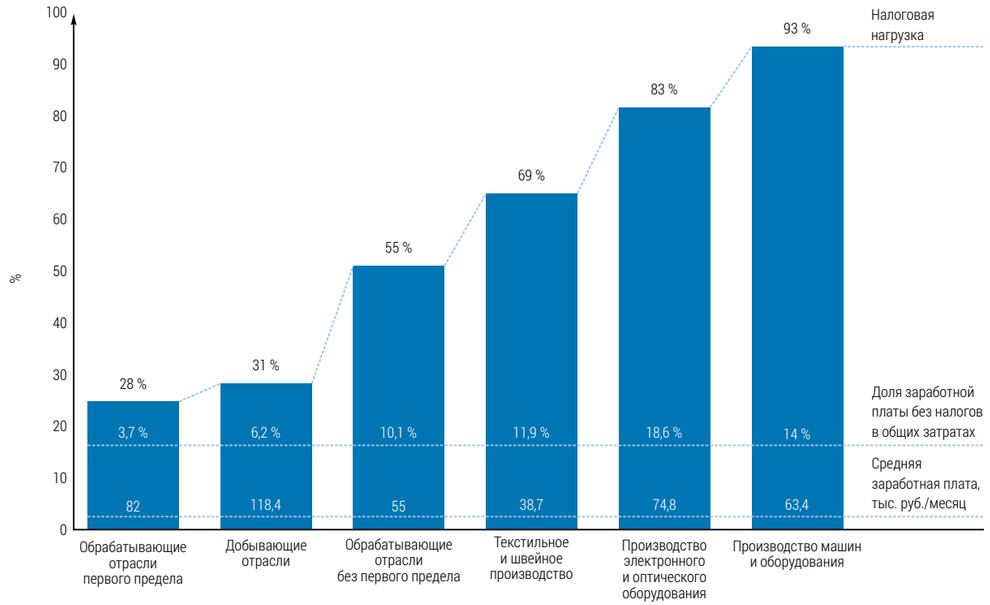


Рис. 1. Налоговая нагрузка на валовую прибыль по социальным налогам и налогу на прибыль по отраслям экономики России, 2021 г.

Такой перекос, связанный с более высокой долей заработной платы в общих издержках производства и нейтральной системой налогообложения оплаты труда, приводит к тому, что налоговая нагрузка на валовую прибыль в среднем по обрабатывающим отраслям по социальным налогам, НДФЛ и налогу на прибыль в 2021 г. составляла неподъемную величину в 59%, в том числе в производстве машин и оборудования 93%, в производстве электронного и оптического оборудования – 83%, в текстильном и швейном производстве – 69%, в то время как в добывающих отраслях по этим же налогам она составляла 31%, а в отраслях первого передела – 28%. (таблица 1, рис. 1)

Если в структуре общих издержек в добывающих и отраслях первого передела на заработную плату приходится в среднем 4–6%, то в обрабатывающих отраслях в 3–4 раза больше – 16–20%

Налоговая нагрузка в обрабатывающих отраслях в ближайшие годы станет еще выше, в связи с сильнейшим ростом заработной платы в них с целью устранения дефицита кадров, что должно отразиться на росте цен на нее и дальнейшем снижении конкурентоспособности ее продукции по сравнению с импортом.

В подтверждение нашего вывода можно привести интервью генерального директора ПАО «КАМАЗ» Сергея Когогина агентству РБК в июне 2024 г, в котором он констатировал, что IT компания «ИТЭЛМ», поставляющая отечественную электронику для завода, в целях привлечения новых кадров и повышения заработной платы сотрудников (за 2021–2024 гг. примерно в 3 раза с 100 тыс. руб. до 300 тыс. руб.), была вынуждена, в связи с сильнейшим ростом налоговой нагрузки, повысить цены на свою продукцию в 4 раза, что привело к повышению конечных цен на автомобили завода на 40%. Этот же фактор стал одной из причин сокращения доли продаж автомобилей на российском рынке с 50% до 20% в пользу китайских машин [38].

Именно высокая налоговая нагрузка в обрабатывающих отраслях выступает одной из главных причин, угнетающих их развитие в России, способствует росту цен и увеличивает засилье импорта

Именно высокая налоговая нагрузка в обрабатывающих отраслях выступает одной из главных причин, угнетающих их развитие в России, способствует росту цен на их продукцию, увеличивает засилье импорта и отвращает российский бизнес вкладывать свои свободные денежные средства в их развитие.

В результате высокой налоговой нагрузки, приводящей к низкой рентабельности производства, которая, в свою очередь, ведет к высокой изношенности основных фондов, низкому качеству выпускаемых изделий, отставанию в производительности труда, продукция российских обрабатывающих отраслей по всем этим причинам является более дорогой для российского покупателя при сравнении ее с импортом.

Поэтому не удивительно, что за 2000–2021 гг. импорт машиностроительной продукции в России по стоимости в долл. США увеличился в 13 раз, а по товарам легкой промышленности в виде текстиля и текстильной одежды в 8,5 раза [39]. в то время как собственное производство этих товаров возросло только в 1,2 раза.

Еще более наглядно об обилии импорта свидетельствует уровень загрузки российских предприятий по производству конкретных промышленных товаров и многократное превышением объема их импорта над отечественным производством.

Так, в 2022 г. импорт тракторов для сельского хозяйства превышал производство в России на 250% при загрузке собственных мощностей всего на 37,3%, по металлорежущим станкам, соответственно на 255% и 24,6%, бульдозеров на 210% и 41,6%, по подшипникам качения уровень загрузки отечественных мощностей по их производству составлял всего 25,2%, по турбинам тепловым – 9,9%, по тканям хлопчатобумажным и шерстяным – 15,2%, по изделиям трикотажным и вязаным – 43% (таблица 2).

Приведенная статистика весьма наглядно показывает, что при действующей налоговой системе и существующих таможенных пошлинах, российскому бизнесу гораздо выгоднее потратить деньги на приобретение готовых изделий за рубежом, вложить в добывающие и отрасли первого передела или в акции на фондовом рынке, где опять доминируют сырьевые отрасли и отрасли первого передела.

Таблица 2. Динамика производства промышленных товаров в России, их импорт и уровень загрузки производственных мощностей в 2022 г.

Источник: Росстат. Российский статистический ежегодник за разные годы. Промышленное производство в России. М, 2023. С. 39–40, 137–138.

Название товара	Производство 1990 г.	Производство 2022 г.	Уровень загрузки производственных мощностей 2022 г.	Импорт 2022 г.	Превышение импорта над собственным производством, %
Тракторы для сельского хозяйства	214 000 шт.	10 600	37,3%	27 662	250%
Станки металлорежущее	74 200 шт.	8 200	24,6%	20 876	255%
Бульдозеры	14 000 шт.	1 151	41,6%	2 407	210%
Подшипники качения	784 млн шт.	45,8 млн шт.	25,2%	—	—
Машины кузнечно-прессовые	16 700 шт.	10 100	16,3%	—	—-
Турбины тепловые	12,5 млн квт.	3,1 млн квт.	9,9%	—-	—-
Краны мостовые	2 943 шт.	2 400 шт.	17,3%	—-	—
Краны башенные	2 526 шт.	34 шт.	—	—	—
Обувь кожаная		22 млн пар	43%	56,4 млн пар	255%
Ткани хлопчатобумажные	5 624 млн м^2	22.300 млн м^2	15,2%	—	—
Ткани шерстяные	466 млн м^2	6,7 млн м^2	15,2%	—	—
Ткани льняные	603 млн м^2	18,7 млн м^2	26%	—	—
Изделия трикотажные и вязаные	770 млн шт.	203 млн шт.	43%	—	—

Отрасли	2005		2010		2020		2022	
	Инвести-ции	Основные фонды	Инвести-ции	Основные фонды	Инвести-ции	Основные фонды	Инвести-ции	Основные фонды
Все инвестиции в основные фонды страны	3 611 100%	38 366 100%	9 152 100%	93 186 100%	20 394 100%	362 192 100%	27 865 100%	427 401 100%
Добывающие отрасли, доля в общих инвестициях и основных фондах	447 12,4%	2 278 5,9%	1 264 13,8%	7 389 7,9%	3 298 16,2	35 295 9,7%	4 232 15,2%	37 812 8,9%
Обрабатывающие отрасли, доля в общих инвестициях и основных фондах	593,9 16,4%	3 078 8%	1 207,6 13,2%	6 743 7,2%	2 984 14,6%	23 737 6,6%	3 733 13,4%	29 475 6,9%
Обрабатывающие отрасли первого передела*, доля в общих инвестициях и основных фондах	252,9 7%	1 143,3 3%	530,4 5,8%	2 678 2,9%	1 477 7,2%	11 914 3,3%	1 989 7,1%	13 906 3,3%
Обрабатывающие отрасли без первого передела, доля в общих инвестициях и основных фондах	341 9,4%	1 935 5%	677,2 7,4%	4 015 4,3%	1 507 7,4%	11 823 3,3%	1 744 6,3%	15 569 3.6%
Добывающие и отрасли первого передела, доля в общих инвестициях и основных фондах	729,9 20,2%	3 421 8,9%	1 794 19,6%	10 067 10,8%	4 775 23,4%	47 209 13%	6 221 22,3%	51 718 12,1%
Превышение добывающих отраслей и отраслей первого передела над обрабатывающими отраслями (6/5), в %	214	176,8	264,9	250,7	316,8	399,3	356,7	332,2

* В эти отрасли входят производство кокса и нефтепродуктов, металлургическое производство и производство металлургических изделий, производство химических веществ, включая удобрения

Таблица 3. Динамика роста инвестиций и основных фондов в обрабатывающих, добывающих и отраслях первого передела за 2015–2022 гг., млрд руб. *Источник: Росстат*

Наглядным подтверждением последнего вывода выступает сопоставление динамики инвестиций и объема основных фондов в обрабатывающие и сырьевые отрасли, включающие в себя отрасли первого передела, за последние 18 лет. (2005–2022 гг.).

Статистика по ним за эти годы показывает, что доля инвестиций, приходящаяся на обрабатывающие отрасли высоких переделов в общем их объеме по стране, за эти годы сократилась с 9,4% до 6,3%, а доля по основным фондам уменьшилась с 5% до 3,6%. По абсолютным же размерам в 2022 г. инвестиции в сырьевые отрасли в 3,6 раза превышали инвестиции в обрабатывающие отрасли (1,7 трлн руб.), составляя 6,2 трлн руб., а по основным фондам превышение было несколько меньше – в 3,3 раза – 51,7 трлн руб. и 15,6 трлн руб. (таблица 3, рис. 2).

Данная фундаментальная статистика демонстрирует доминирование в российской экономике сырьевых отраслей и одновременно показывает, что существующая структура экономики не может в долгосрочном плане обеспечить ни высоких темпов экономики, ни существенного повышения уровня жизни основной массы населения, ни достижение технологической независимости.

Это связано с тем, что рост добавленной стоимости в сырьевых отраслях ограничен ростом цен на товары в силу того, что качество сырьевых товаров носит постоянный характер, в то время как их объем производства и конкуренция по ним в мире постоянно растет. В конечном счете, это приводит к стагнации объема доходов от их разработки и реализации.

Статистика экспорта энергетических товаров из России за последние 24 года отчетливо показывает, что с 2013 г., когда мировые цены на нефть достигли своего потолка, а затем стали снижаться, то это привело к существенному сокра-

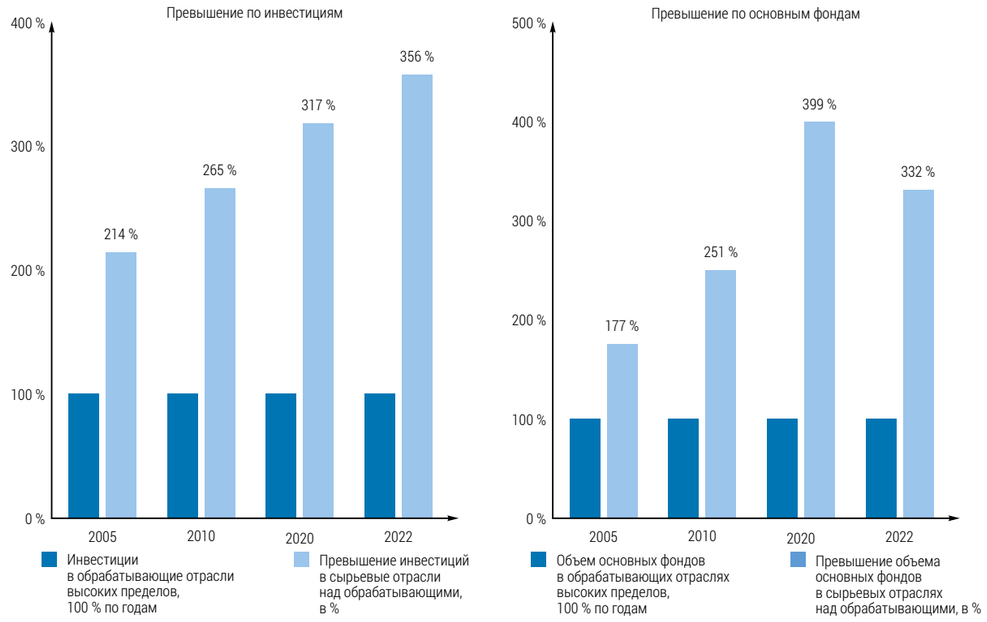


Рис. 2. Динамика и соотношение объема инвестиций и основных фондов в сырьевые отрасли и обрабатывающие отрасли высоких переделов в 2005–2022 гг.

щению и нефтегазовых доходов в бюджет страны, а вместе с этим многократно сократилось и их влияние на развитее экономики.

Если, начиная с первых лет этого века, в продолжении более 10 лет, до 2011–2013 гг. нефтегазовые доходы в России по отношению к ВВП, посчитанному в долларах США по покупательной способности рубля, росли двузначными темпами и выступали основным драйвером роста ее экономики, достигнув 10%. То к 2020–2023 гг. этот показатель упал в 4 раза до 2,5% и, по всей видимости, в перспективе будет сокращаться и далее [40].

Статистика наглядно свидетельствует, что сырьевые отрасли не могут быть больше драйвером роста российской экономики, на смену им должны прийти обрабатывающие сферы промышленности

Данная статистика наглядно свидетельствует, что сырьевые отрасли не могут быть больше драйвером роста российской экономики, на смену им должны прийти обрабатывающие. И это не случайность, это фундаментальная закономерность.

Нефть и пшеница даже в условиях роста технологического прогресса всегда имеют одно качество, а по автомобилям, смартфонам качество постоянно растет одновременно с ценами на них, а вместе с ценами растет и отдача для их производителей и бюджета стран производителей.

Исходя из того, что технологическая независимость, прежде всего, связана с развитием обрабатывающих отраслей, то одним из важнейших критериев ее достижения должно стать равенство, а лучше превосходство этих отраслей по объему инвестиций и основных фондов в них над сырьевыми отраслями.

Проделанные нами расчеты показывают, что для достижения равенства необходимо минимум 15 лет, при этом среднегодовые темпы роста инвестиций в обрабатывающие отрасли должны быть не ниже 10% и в 2 раза превышать этот показатель по сырьевым отраслям. В 2022 г. все было наоборот – инвестиции в основные фонды по сырьевым отраслям, как мы уже отмечали, в 3,6 раза превышали инвестиции в обрабатывающие отрасли высоких переделов.

Для того, чтобы добиться технологической независимости и устранить огромные перекосы в инвестициях и основных фондах между обрабатывающими и сырьевыми отраслями, государство сегодня принимает целый ряд мер экономического и финансового характера в целях опережающего развития отраслей высоких переделов.

В 2023 г. Правительством России была принята Концепция технологического развития на период до 2030 г. [41], по 12 наиболее технологичным отраслям и по отдельным подотраслевым направлениям. В общей сложности на выполнение этой задачи запланировано на предстоящие 6 лет потратить 5,2 трлн руб., из них 2,3 трлн руб. – это льготные кредиты от государства и 2,9 трлн руб. – средства частных инвесторов. Встает вопрос, насколько выделяемые средства могут улучшить ситуацию в стране с технологической независимостью.

Следует откровенно сказать, что выделяемые государством и привлекаемее средства бизнеса явно недостаточны и не решают поставленной задачи. Если все запланированные средства в размере 5,2 трлн руб. будут к 2030 г. израсходованы на инвестиции в основные фонды обрабатывающих отраслей, то превосходство сырьевых отраслей по отношению к ним сохранится почти незыблемым, уменьшившись с 3,5 до 2, 5 раза.

Если Россия серьезно хочет избавиться от сырьевой экономики и добиться технологической независимости, то выделяемые средства на развитие обрабатывающих отраслей должны многократно превышать запланированные на это 5 трлн руб. Финансовые средств у России для этого имеются в избытке, задача состоит в том, чтобы мобилизовать их на решение этой архиважной задачи.

По состоянию на начало 2024 г. на счетах физических лиц в коммерческих банках России хранилось 36,6 трлн руб., на счетах юридических лиц – 46 трлн руб., а совокупные активы самих коммерческих банков составляли 200 трлн руб., при этом за последние 4 года произошло их удвоение [42]. Кроме того, о наличии в стране огромных финансовых средств, которые тоже можно задействовать для развития обрабатывающих отраслей высоких переделов, свидетельствует статистика Росстата о финансовых вложениях российских организаций. В 2022 г., объем долгосрочных вложений составлял 25,1 трлн руб., из которых только 7% (1,8 трлн руб.) приходилось на обрабатывающие отрасли высоких переделов, а общий объем краткосрочных вложений равнялся 413 трлн руб., из них только 7% [43] приходилось на обрабатывающие отрасли. Если бы стране удалось хотя бы четверть имеющихся

Конвеер автомобилей Нива на заводе АвтоВАЗ
Источник: ixbt.com

у России свободных финансовых средств задействовать на инвестиции, прежде всего в обрабатывающие отрасли, то общие инвестиции в основные фонды можно было удвоить, нарастив их к существующим 30 трлн руб. (2023 г.) на 30 трлн руб., а их долю в ВВП довести до 35%, и увеличить темпы роста экономики до 6%.

Достижение технологического суверенитета и избавление от сырьевой специализации невозможно добиться, если основные средства на эти цели будут в основном поступать от государства. На решение этих проблем необходимо «навалиться всем миром», как со стороны государства, так и со стороны банков, юридических и физических лиц. В этих целях стране важно

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

решить целый ряд стратегических задач. Назовем наиболее важные из них.

Первая задача связана с вселением уверенности в народ и бизнес в правильности экономического курса, осуществляемого президентом и правительством страны. Сегодня такой уверенности ни у народа, ни у бизнеса нет. Так, по данным Росстата среди факторов, ограничивающих их инвестиционную деятельность, 74% представителей корпоративного бизнеса на первое место поставили такой фактор, как «неопределенность экономической ситуации в стране», у малого бизнеса этот фактор набрал 62%, а у работающих в обрабатывающих отраслях – 72% [44].

Для того, чтобы у граждан возросло доверие к проводимой в стране экономической политике, а бизнес более активно включился в инвестиционную деятельность, необходимо кардинально реформировать макроэкономическую политику в стране. Для этого следует: увеличить ставку прогрессивного налога на наиболее высокие доходы физических лиц с принятых 22% до 40%; перестать считать дефицит бюджета отрицательным явлением, деньги можно печатать, но при этом эти деньги необходимо тратить на развитие экономики, а не на социальные нужды и повышение заработной платы чиновников; перестать бороться с инфляцией путем сокращения денежной массы в обращении и повышением ключевой ставки ЦБ РФ; поставить перед ЦБ РФ, Минфином России, Минэкономразвития России задачу по снижению ключевой ставки ЦБ РФ до 1–2%; отменить бюджетное правило, позволяющее замораживать нефтегазовые доходы в резервных и других фондах; принять закон о контроле за расходованием амортизации по своему прямому назначению – на инвестиции в основные фонды; установить 50% скидку с налога на прибыль, если она тратится на инвестиции в основные фонды [45].

Наряду с реформированием макроэкономической политики в стране, технологический суверенитет требует проведения целого ряда других серьезных преобразований в экономике. Его невозможно добиться без создания условий, при которых инвестиции бизнеса в обрабатывающие отрасли будут для них более эффективны по отношению к импорту готовой продукции. Для достижения этого требуется проведение следующих мероприятий.

Во-первых, необходимо снизить налоговую нагрузку по обрабатывающим отраслям высоких переделов, кардинально сократив в них налоги на заработную плату и налог на прибыль, что позволит повысить рентабельность по их деятельности до 12–15 %.

Производство пошива спецодежды

Источник: biz-nes.ru

Во-вторых, повысить таможенную ставку по импорту наиболее технологичных видов готовой продукции с нынешних 9 до минимум 50 %.

В-третьих, поставить перед обрабатывающими отраслями задачу и разработать программу по повышению в них производительности труда, сопоставимой с производительностью, наблюдающейся сегодня в странах Западной Европы.

Без выполнения последних трех условий невозможно избавиться от импортной зависимости по наиболее технологичным видам оборудования, программным средствам и добиться технологического суверенитета.

Можно предположить, что снижение налогов встретит серьезное противодействие со стороны Минфина России, у которого основным методом роста доходов бюджета выступает не создание благоприятных условий для развития наиболее технологичных отраслей и увеличение на этой основе налоговых поступлений, а повышение налоговых ставок. Что касается повышения таможенных пошлин, то здесь сильное противодействие может возникнуть со стороны бизнеса, привыкшего при закупках оборудования и технологий для модернизации своих основных фондов, отдавать предпочтение зарубежным аналогам.

Реформирование налогообложения в сторону его снижения по обрабатывающим отраслям высоких переделов с большой добавленной стоимостью вначале должно привести к сокращению налоговых поступлений в бюджет страны в первые четыре-пять лет, однако в дальнейшем это

Работа сельскохозяйственной техники

Источник: darkodozet / depositphotos.com

Если Россия в серьез хочет избавиться от сырьевой экономики, то выделяемые средства на развитие обрабатывающих отраслей должны многократно превышать запланированные 5 трлн руб.

Необходимо снизить налоговую нагрузку по обрабатывающим отраслям, кардинально сократив в них налоги на заработную плату и налог на прибыль, что позволит повысить рентабельность до 12-15%

должно окупиться за счет ухода от сырьевой специализации экономики, привести к повышению ее темпов до 4–5%, существенному росту налоговых поступлений от обрабатывающих отраслей, благоприятно отразится на инфляции и валютном курсе рубля.

Где взять средства на то время, пока от предлагаемой налоговой реформы не будет отдачи? Как показывает опыт, часто недостатки и упущения в экономике можно превращать в потенциал ее развития.

Спящим резервом денежных средств в России выступает утвержденная Госдумой в июне 2024 г. относительно низкая высшая ставка налогообложения доходов физических лиц в 22%. За счет ее повышения до 40% налоговые поступления можно нарастить минимум на 3 трлн руб. ежегодно.

Вторым внушительным спящим резервом в целях ускорения темпов роста экономики страны может стать использование опыта таких стран, как США, Япония, Франция, Италия и др., по наращиванию внутреннего долга государства за счет «вброса» в экономику дополнительных денежных средств путем скупки ЦБ РФ, коммерческими банками, разного рода фондами и населением ценных бумаг правительства. Данное мероприятие называют сегодня «количественным смягчением». При этом, чтобы не разгонять инфляцию в стране, «вброс» денег в экономику должен осуществляться в основном на стимулирование инвестиционной деятельности.

По состоянию на 2023 г. внутренний долг государства в России составлял 25,6 трлн руб., или всего 15% ВВП [46], в то время, как в США, Франции, Италии в этом году он был в два раза больше ВВП, а в Японии – в 2,4 раза. Если Россия «вбросит» в экономику хотя бы 10 трлн руб., то внутренний долг по отношению к ВВП возрастет только до 21%.

Третьим серьезным дополнительным источником развития российской экономики должен стать фондовый рынок. В России он находится в зачаточном состоянии. В 2019–2022 гг. капитализация акций, обращавшихся на отечественном фондовом рынке, оценивалась в 600 млрд долл. США, а его доля по отношению к ВВП, посчитанному по курсу ППС, составляла 14%, после февраля 2022 г. рублевый индекс фондовой биржи России по итогам 2022 г. обвалился на 44%., а долларовый индекс на 39,5% [47].

В США, где капитализация фондового рынка в 2020 г. достигла 40 736 трлн долл. США [48], а ее доля в ВВП – 194%, прогнозируется, что к 2030 г. капитализация всех американских компаний составит 100 трлн долл. США и будет примерно в 2,5 раза превышать ВВП. Фондовый рынок США позволяет зарабатывать на нем сегодня населению и бизнесу ежегодно порядка 1,2 трлн долл. США, в том числе 700 млрд долл. США держателям акций, которых в стране только в виде физических лиц насчитывается 92 млн человек, и 500 млрд долл. США – бизнесу. Капитализация в России не вырастет без рывка вперед обрабатывающих отраслей и снижения налоговой нагрузки по ним. Если капитализацию фондового рынка в России довести до 50% ВВП, бизнес и население могли бы дополнительно зарабатывать на нем ежегодно около 8 трлн руб.

Четвертый резерв связан с амортизационными отчислениями и отсутствием контроля за их использованием по прямому назначению на инвестиционные цели. В 2023 г. общая сумма начисленных амортизационных отчислений составила более 10 трлн руб., и лишь 40% из нее тратились на инвестиции. Если государство введет строгий контроль за использованием начисленной амортизации на инвестиции в основные фонды, то дополнительно сможет увеличить инвестиции в основные фонды по стране более, чем на 5 трлн рублей.

Все предложенные нами мероприятия должны, в конечном итоге помочь существенно нарастить инвестиционную деятельность в стране и ускорить темпы роста экономики до 4–5%, а вместе с этим с лагом в 3–4 года компенсировать потери бюджета от сокращения налоговой нагрузки по обрабатывающим отраслям.

Агроферма, США

Источник: stu99 / depositphotos.com

Использованные источники

1. *Белоусов А. Микропроцессоры правят миром, а не нефть // Экономист. 2022. № 9. С. 20–23.*
2. *Закон СССР от 1 апреля 1991 г. № 2073–1 «О перечне министерств и других центральных органов государственного управления СССР».*
3. *Калмыкова Е. С., Акашева В. В. Изменение таможенных пошлин в период вступления России в ВТО // Молодой ученый. 2013. № 5. С. 321–323.*
4. *Прогрессивная ставка налога в размере 15% с доходов, свыше 5 000 000 рублей в год.*
5. *URL: https://www.rbc.ru/business/07/06/2024/66661d9ff9a7947f76d211ce97from=column_1*
6. *Рассчитано на основе статистического сборника «Промышленное производство в России» за разные годы.*
7. *Рассчитано авторами на основе данных МВФ, Российского статистического ежегодника и информации ЦБ РФ за разные годы.*
8. *Концепция технологического развития на период до 2030 г. // Распоряжение Правительства РФ № 1315 от 20.05.2023 г.*
9. *Обзор NCR Banks Outook 2022, опубликован на сайте spydell_financ.com*
10. *Росстат. Инвестиции в России. 2023. М. 2023, С. 120.*
11. *Росстат. Инвестиции в России. М.: 2023, С. 107.*
12. *Промышленность России. М.: 2023. С. 57.*
13. *Соколов М. М. Есть ли светлое будущее у российской экономики без кардинального реформирования ее макроэкономической политики? // Экономист. 2023. № 5. С. 44–55.*
14. *URL: https://www.rbc.ru/econovics/04/04/2024/660e4a0b9a7947ef1f325529*
15. *Итоги работы российского фондового рынка в 2022 г., опубликовано на сайте fingeniy.com*
16. *Общая рыночная стоимость фондового рынка США. URL: https://siblisresearch.com/data/us-stock-market-value/*

УДК.332.142 DOI 10.46920/2409-5516_2025_05208_76 EDN: ISPGBW

Динамика развития малой генерации с использованием ВИЭ в энергетической политике России

Dynamics of development of small-scale generation using renewable energy sources in the energy policy of Russia

Варвара КУЛЬКОВА
Профессор кафедры экономики и организации производства Казанского государственного энергетического университета, д. э. н.
E-mail: kulkova77@mail.ru

Айгель САБИРЗЯНОВА
Экономист по планированию 2 категории филиала АО «Татэнерго», Казанские тепловые сети
E-mail: sabirzynova25@gmail.com

Varvara KULKOVA
Professor of Economics and Production Organization Kazan State Power Engineering University, Dr.Sc.(Econ)
E-mail: kulkova77@mail.ru

Aigel SABIRZYANOVA
2nd category planning economist branch of JSC Tatenergo, Kazan Thermal Networks
E-mail: sabirzynova25@gmail.com

СЭС в Мензе, Россия *Источник: «Хэвел»*

Аннотация. Статья посвящена выявлению динамики развития сектора малой генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Российской Федерации как одного из ключевых направлений энергетической политики. Методы исследования: показатели рядов динамики цепные и базисные, показатели вариации, корреляционный анализ. Результаты аналитики текущего состояния и динамики развития сектора малой генерации с использованием ВИЭ в РФ, полученной в данном исследовании, могут стать основой для разработки рекомендации совершенствования государственной политики в сфере ВИЭ, направленной на стимулирование устойчивого развития и повышение рентабельности сектора на внутреннем рынке.
Ключевые слова: энергетическая политика России, возобновляемые источники энергии, малая генерация, энергетическая демократия, социально-экономические барьеры.

Abstract. The article is devoted to identifying the dynamics of development of the small-scale generation sector based on renewable energy sources (RES) in the Russian Federation as one of the key areas of energy policy. Research methods: chain and basic dynamics of series, variation indicators, correlation analysis. The results of the analysis of the current state and dynamics of development of the small-scale generation sector using renewable energy sources in the Russian Federation, obtained in this study, can become the basis for developing recommendations for improving state policy in the field of RES, aimed at stimulating sustainable development and increasing the profitability of the sector in the domestic market.
Keywords: energy policy of Russia, renewable energy sources, small-scale generation, energy democracy, socio-economic barriers.

Малая гидроэнергетика показывает рост, особенно в 2022–2023 гг. Прирост достигает 454% к 2024 г., но его темпы достаточно нестабильны

Введение

В современных условиях в рамках мировых усилий по снижению темпов роста концентрации парниковых газов в атмосфере и борьбе с глобальным потеплением (Парижское соглашение от 12 декабря 2015 г.) [1], в контексте реализации ЦУР ООН [2] и доминирования парадигмы энергетической демократии [3] малая генерация на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) занимает детерминантное позиционирование в обеспечении устойчивого развития энергетики.

Малая генерация обладает рядом преимуществ, способствуя снижению зависимости от ископаемых видов топлива, диверсификации источников энергоснабжения, повышению энергетической безопасности страны и социально-экономическому развитию регионов.

Россия, обладая значительными запасами ископаемых энергоресурсов, несмотря на трансформацию международной повестки, сохраняет активную включенность в глобальные процессы перехода к устойчивому развитию. Кроме того, дополнительный потенциал развития малых генерирующих объектов на базе ВИЭ в РФ, обусловлен тем, что 2/3 территории РФ не охвачены электрическими сетями и находится в зоне децентрализованного энергоснабжения [4]. В повестке энергетической политики РФ формулируется необходимость структурной диверсификации энергетического баланса за счет развития ВИЭ и добычи нетрадиционных углеводородов в рамках «Энергетической стратегии России на период до 2050» [5].

Несмотря на то, что обзор литературы подтверждает актуальность использо-

Прирост солнечной энергетики в России был максимальным в 2016–2020 гг., но затем снизился и стабилизировался на уровне 1–6%, что может указывать на завершение активного этапа внедрения

вания малой генерации на базе ВИЭ для энергоснабжения мелких потребителей [10], практики энергетической демократии не получают широкого распространения в РФ, однако отсутствуют комплексные исследования ввода мощностей малой генерации на базе ВИЭ в России [11], а накопленная в рамках реализации энергетической политики фактография о функционировании объектов генерации в сегменте ВИЭ в РФ в деятельности АРВЭ [14], Правительства РФ [15], Министерства энергетики РФ [16], Аналитического центра при Правительстве РФ [17], СО ЕЭС [18], Центра энергосертификации [19], РВА [20], Ассоциации малой энергетики [21], ПАО «Русгидро» и МЭА и РЭА [22–24] нуждается в анализе и обобщении.

Целью исследования является анализ текущего состояния сегмента малых генерирующих объектов ВИЭ в России, выявление изменений в его структуре. Поставленная цель обусловила выбор методов исследования.

Материалы и методы

Отечественные исследования отрасли ВИЭ базируются на различных методологических подходах, однако большинство сосредоточены на технических аспектах крупных объектов мощностью более 25 МВт, в то время как социально-экономические вопросы малой генерации остаются менее исследованными. Обзор существующих исследований показал, что влияние экономических стимулов, регуляторных механизмов и социального принятия на развитие малой энергетики в сегменте ВИЭ ограничено и характеризуется отраслевой привязкой.

Так, исследователи (Воронин С. С. и Украинцев М. М.) отмечают актуальность малых генерирующих объектов на базе ВИЭ, особенно в аграрном секторе, где потребители электроэнергии более рассредоточены, а энергия менее требовательна к регулярности поставок.

Проблемы технологического присоединения к центральным сетям в удаленных районах и высокие затраты на электросети делают использование ВИЭ выгодным для мелких фермерских хозяйств и домохозяйств [6–7].

Вместе с тем, А. Л. Куликов, В. Л. Осокин и Б. В. Попков указывают на необходимость решения инженерно-экономических задач для снижения издержек на строительство, топливо, наем рабочих и развитие сетевой инфраструктуры, что особенно важно для территорий с нестабильными климатическими условиями [8].

Зарубежные авторы (Zlaoui M., Dhraief M. Z., Hilali M. E.-D., Dhehibi B., Ben Salem M., Jebali O., Rekik M.) исследуют возможность использования малых источников энергии на базе ВИЭ в целях оптимизации затрат небольших фермерских хозяйств с учетом роста цен на ископаемое топливо и необходимости обеспечения доступной и чистой энергии для фермеров, осуществляющих борьбу с множеством препятствий в деятельности [9].

В целом, в современной зарубежной парадигме энергетическая политика в области малой генерации основывается на концепте энергетической демократии как общественного движения, направленного на изменение системы управления традиционной энергетикой с целью обеспечения справедливости, равенства и устойчивого развития, которая достаточно обобщена и описана в кейсах страновых практик в авторских исследованиях [3].

Самодельная электростанция
Источник: energy-fresh.ru

Адыгейская ВЭС
Источник: «Росатом»

Реализация поставленной цели текущего исследования, обусловливает использование методики по следующим направлениям:

- проведение обзора рынка ВИЭ с применением статистического анализа показателей рядов динамики (цепной и базисный темпы прироста) по видам ВИЭ для определения характера изменений (роста или стагнации) исследуемого направления в России;
- для осуществления количественной оценки изменений мощностей по видам ВИЭ и амплитуды колебаний были использованы методы анализа статистической вариации (расчет размаха вариации, дисперсии, среднеквадратичного отклонения, коэффициенты вариации и осциляции);
- оценка связи государственной поддержки и законодательных изменений на развитие сектора малой генерации с использованием ВИЭ, строится, во-первых, на описании принятых законодательных изменений в части развития ВИЭ, с идентификацией позиционирования (стимул или барьер) и учета количества законов в компаративистике с ежегодными объемами ввода малых генерирующих объектов на базе ВИЭ в РФ, во-вторых, связь законодательных инициатив и энергетической политики в развитии сектора малой генерации с использованием ВИЭ будет оценено с помощью корреляционного анализа. Для определения, в какой степени изменения в законодательной среде способствовали или препятствовали развитию малого сектора ВИЭ, и как возможно использовать полученные данные для прогнозирования и управления волатильностью мощностей был проведен корреляционный анализ, основанный на коэффициенте Пирсона (таблица 4) [25], в соответствии с полученными результатами (таблицы 1 и 3):

$$r = \frac{(x - \overline{x})(y - \overline{y})}{\sqrt{\sum(x - \overline{x})^2 \times \sum(y - \overline{y})^2}}$$

где:

x – количество законов;

y – цепной темп прироста мощности по каждому виду ВИЭ;

$\overline{x}$ и $\overline{y}$ – средние значения по каждому ряду.

Глубина отбора источников составила 10 лет (с 2014 по 2024 гг.).

Информационная база данных исследования включает 2 ключевых источника:

1. «Реестр квалифицированных генерирующих объектов, функционирующих на основе ВИЭ», под контролем ООО «Центра энергосертификации» [19], обновляемый в соответствии с ФЗ «Об электроэнергетике» [26].
2. Интерактивная карта объектов ВИЭ [14].

Результаты исследования

По состоянию на 2024 г. установленная мощность объектов малой генерации на ВИЭ составляет 1 085,37 МВт. Анализ динамики ввода мощностей за период с 2001 по 2024 гг. показал, что с 2001

Виды ВИЭ (мощность)	Годы 2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Энергия солнца, МВт	16,8	48,2	93,6	198,1	268,3	545,7	581,4	655,6	692,6	737	747,7
темп прироста базисный, в %	-	187	456	1077	1494	3143	3355	3795	4015	4279	4343
темп прироста цепной, в %	-	187	94	112	35	103	7	13	6	6	1
Энергия ветра, МВт	98,1	101	103,6	103,7	108,8	109,7	140,6	160,6	160,6	160,6	162,1
темп прироста базисный, в %	-	3	6	6	11	12	43	64	64	64	65
темп прироста цепной, в %	-	3	3	0	5	1	28	14	0	0	1
Энергия потоков воды, МВт	20,5	23	23,2	23,2	25,5	25,5	46,4	46,4	71,3	113,7	113,7
темп прироста базисный, в %	-	12	13	13	24	24	126	126	248	454	454
темп прироста цепной, в %	-	12	1	0	10	0	82	0	54	59	0
Биомасса, МВт	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
темп прироста базисный, в %	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
темп прироста цепной, в %	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Биогаз, МВт	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	14,1	15,1	15,1	15,1
темп прироста базисный, в %	-	0	0	0	0	0	0	242	267	267	267
темп прироста цепной, в %	-	0	0	0	0	0	0	242	7	0	0
Свалочный газ, МВт	0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
темп прироста базисный, в %		-	0	0	0	0	40	40	40	40	40
темп прироста цепной, в %		-	0	0	0	0	40	0	0	0	0
Геотермальная энергия, МВт	24	24	24	24	24	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4	31,4
темп прироста базисный, в %			0	0	0	31	31	31	31	31	31
темп прироста цепной, в %			0	0	0	31	0	0	0	0	0

Таблица 1. Динамика совокупной установленной мощности малой генерации по видам ВИЭ в 2014–2024 гг. в РФ

Источник: расчеты авторов по [19] и [14]

Виды ВИЭ	Макс., МВт	Мин., МВт	Размах вариац., МВт	Ср. знач., МВт	Ср. лин. откл., МВт	Дисперс. по ген.сов. МВт	Станд откл ген.сов, МВт	Коэфф. вариац., %	Коэфф. осциляц., %
Энергия солнца	747,72	16,83	730,89	416,82	265,28	78 085,87	279,44	70	67
Энергия ветра	163,91	98,06	65,85	129,43	26,62	757,39	27,52	22	21
Энергия потоков воды	113,67	20,50	93,17	48,40	27,90	1 162,66	34,10	74	70
Биомасса	12	12	0	12	0	0	0	0	0
Биогаз	15,13	4,13	11	8,04	4,98	26,81	5,18	68	64
Свалочный газ	3,35	0	3,35	2,61	0,67	0,89	0,94	38	36
Геотерм. энергия	31,40	24	7,40	28,04	3,67	13,58	3,68	14	13

Таблица 2. Вариации ввода мощностей малой генерации с использованием ВИЭ в 2014–2024 гг. в РФ

Источник: расчеты авторов по [19] и [14]

по 2013 гг. в отрасли наблюдались незначительные колебания и минимальная активность, что указывает на недостаточное внимание государства к климатическим обязательствам и отсутствие устойчивой политики. С 2015 г. ситуация изменилась, что связано с подготовкой к принятию Парижского соглашения 12 декабря 2015 г. [1] и ростом интереса к ВИЭ.

Период с 2014 по 2024 гг. выбран для анализа, где 2014 г. служит базой для расчета базисных и цепных темпов прироста мощностей. Таблица 1 иллюстрирует прирост мощностей по видам ВИЭ с учетом базисных и цепных показателей.

Динамический анализ роста мощностей малых объектов генерации по видам ВИЭ в России (2014–2024 гг.) выявил следующие структурные особенности:

1. Энергия солнца. Солнечная энергетика показывает значительный рост, с базисным темпом прироста 4343% к 2024 г. Цепной прирост был максимальным в 2016–2020 гг., но затем снизился и стабилизировался на уровне 1–6%, что может указывать на завершение активного этапа внедрения.
2. Энергия ветра. Ветровая энергетика демонстрирует более умеренные темпы роста, с базисным приростом в 3–65%. Цепной прирост значительно колебался, с резким увеличением на 28% в 2020 г., после чего стабилизировался.
3. Энергия потоков воды. Малая гидроэнергетика также показывает рост, особенно в 2022–2023 гг. Базисный темп прироста достигает 454% к 2024 г., но цепной темп нестабилен, с резким увеличением в 2023 г. на 59%, что может быть связано с локальными проектами.
4. Биомасса. Сектор биомассы стабилен, с мощностями 12 МВт на протяжении всего периода, без изменения темпов прироста.
5. Биогаз. Сегмент биогаза показывает значительный рост в 2020 г. (базисный прирост 242%), что объясняется технологическим развитием и поддержкой, однако в последующие годы рост замедляется.
6. Свалочный газ и геотермальная энергия. Эти сектора демонстрируют умеренный рост, не превышающий 40% в рассматриваемый период.

Результаты статистического анализа вариации мощностей малой генерации с использованием ВИЭ в 2014–2024 гг. в РФ приведены в таблице 2.

Результаты анализа вариации дали основания для исключения из объектов исследования в структуре ВИЭ секторов ветровая и геотермальная энергетика, биомасса и свалочный газ, в которых продемонстрированы минимальные значения в показателях мощности, что подтверждает низкую степень вариации этих источников энергии в российской энергетической системе, поэтому их детальное рассмотрение в контексте данного исследования было признано нецелесообразным с точки зрения вклада в исследовательскую задачу.

Солнечные панели на крыше
Источник: londondeposit / depositphotos.com

Структурный анализ вариации мощности по видам ВИЭ показывает следующее:

1. Солнечная энергия: размах вариации достигает 730,89 МВт, что демонстрирует наибольшую абсолютную изменчивость среди всех сегментов ВИЭ в РФ, и свидетельствует о стремительном и нестабильном вводе мощностей с 2014 по 2024 гг. Коэффициенты вариации (70%) и осцилляции (67%) указывают на значительные и хаотические колебания в темпах ввода генерации, что может быть обусловлено инфраструктурными факторами (доступность солнечных панелей

Зеленчукская ГЭС-ГАЭС

Источник: rushydro.ru

и технологическая готовность) и сезонными колебаниями солнечной активности (климат и географическое положение).

2. Энергия потоков воды: размах вариации составляет 93,17 МВт при высоком коэффициенте вариации (74%). Значительные колебания, подтвержденные коэффициентом осцилляции (70%), могут свидетельствовать о зависимости данного сектора от локальных проектов, ограниченных доступом к природным ресурсам, исходя из сезонности (русла небольших рек и ручьев часто пересыхают летом и промерзают зимой, уровня осадков, гидрологических условий (напор воды и ее количество) и состояния плотин и водохранилищ.
3. Биогаз – размах вариации достигает 11 МВт, коэффициентом вариации (68%) и осцилляции (64%). Эти показатели демонстрируют эпизодический характер ввода мощностей, несмотря на потенциал развития биогазовых установок, особенно в агропромышленном комплексе, так как на производственные мощности биогаза могут влиять социально-экономические и технологические факторы, такие как доступность технологий для переработки отходов, стоимость установки соответствующих мощностей.

Ветровая энергетика демонстрирует умеренные темпы роста, с базисным приростом в 3–65%. Прирост значительно колебался, с резким увеличением на 28% в 2020 г., после чего стабилизировался

Описание контента энергетической политики в направлении ВИЭ в РФ представлено в таблице 3.

Результаты корреляционного анализа связи законодательных изменений и роста мощностей малой генерации по видам ВИЭ (таблица 4).

Таблица 3 (начало). Законодательные изменения в направлении ВИЭ в РФ с 2014 по 2024 гг.

Годы	Направленность	Описание	Документ	Рост мощности, МВт	Частота
2013–2024	Стимул	Программа ДПМ ВИЭ 1.0: финансовая поддержка строительства объектов на ВИЭ	Пост. Правительства РФ № 449 от 28.05.2013 (ред. 03.05.2024)	14,17	1
2015	Стимул	Усовершенствование поддержки генерации на ВИЭ в розничных рынках	Пост. Правительства РФ № 47 от 23.01.2015 (ред. 28.12.2023)	39,30	2
	Стимул	Стимулирование локализации производства оборудования для ВИЭ	Пост. Правительства РФ № 719 от 17.07.2015		
2016	Стимул	Субсидии на подключение объектов ВИЭ (до 25 МВт)	Пост. № 961 от 23.09.2016	48,18	3
	Барьер	Сокращение ассигнований на подпрограмму «Развитие ВИЭ»	Пост. Правительства РФ № 750 от 02.08.2016		
	Стимул	Стимулирование развития в России производства оборудования для солнечной энергетики	Пост. Правительства РФ № 939 от 19.09.2016		
2017	Барьер	Ужесточение критериев предоставления субсидий	Пост. Правительства РФ № 900 от 29.07.2017	104,48	4
	Стимул	Субсидии на подключение объектов ВИЭ (до 25 МВт)	Приказ Минэнерго России № 327 от 18.04.2017		
	Стимул	Выделение субсидий на реализацию подпрограммы «Развитие ВИЭ»	Пост. Правительства РФ № 375 от 31.03.2017		
	Стимул	Стимулирование развития ветровой энергетики	Пост. Правительства РФ № 610 от 23.05.2017		
2018	Стимул	Субсидии на производство оборудования для ВИЭ	Приказ Минпромторга России № 4171 от 20.10.2018	77,67	2
	Стимул	Утверждение правил работы ЕЭС России и изолированных энергорайонов	Пост. Правительства РФ № 937 от 13.08.2018		
2019	Стимул	Выделение субсидий на реализацию подпрограммы «Развитие ВИЭ»	Пост. Правительства РФ № 375 от 31.03.2017	285,72	4
	Стимул	Поддержка микрогенерации (до 15 кВт)	Федеральный закон № 471-ФЗ от 27.12.2019		
	Стимул	ВИЭ в удаленных районах	Приказ Минэнерго России № 45 от 28.01.2019 (ред. 31.12.2021)		
	Стимул	ВИЭ сельских территориях	Пост. Правительства РФ № 696 от 31.05.2019		
2020	Стимул	Развитие ВИЭ в Арктике	Указ Президента РФ № 164 от 05.03.2020	88,40	5
	Стимул	Сокращение выбросов парниковых газов до 70%	Указ Президента РФ № 666 от 04.11.2020		
	Стимул	Стимулирование развития технологий в области ВИЭ	Распоряжение Правительства РФ № 1523-р от 09.06.2020		
	Стимул	Поддержка технологий и инвестиций в проекты зеленого финансирования	Федеральный закон № 193-ФЗ от 13.07.2020		
	Барьер	Стимулирование развития угольной промышленности в РФ	Распоряжение Правительства РФ № 1582-р от 13.06.2020		
2021	Стимул	Внедрение программы устойчивого развития и укрепления национальной безопасности	Распоряжение Правительства РФ № 3684-р от 31.12.2020	104,15	9
	Стимул	Внедрение правил работы объектов микрогенерации	Пост. Правительства РФ № 299 от 02.03.2021		
	Стимул	Финансовое обеспечение программы по развитию Арктики	Распоряжение Правительства РФ № 978-р от 15.04.2021		

Годы	Направленность	Описание	Документ	Рост мощности, МВт	Частота
2021	Стимул	Закон об ограничении выбросов парниковых газов	Федеральный закон № 296-ФЗ от 02.07.2021	104,15	9
	Стимул	Стимулирование инвестиций в проекты ВИЭ	Распоряжение Правительства РФ № 1912-р от 14.07.2021		
	Стимул	Поддержка инвестиционной деятельности в области зеленого финансирования и устойчивого развития	Пост. Правительства № 1587 РФ от 21.09.2021		
	Стимул	Формирование стратегии углеродной нейтральности и сокращения эмиссий	Распоряжение Правительства РФ № 3052-р от 29.10.2021		
	Стимул	Сотрудничество в энергосбережении, ВИЭ и экологии	Распоряжение Совета Евразийской экономической комиссии № 4 от 05.04.2021 (ред. от 18.10.2024)		
	Стимул	Разработка региональных программ энергосбережения	Пост. Правительства РФ № 161 от 11.02.2021		
2022	Стимул	Тарифное регулирование ВИЭ	Приказ ФАС России № 104/22 от 14.02.2022	62,92	7
	Стимул	Стимулирование внедрения технологий сокращения выбросов парниковых газов	Федеральный закон № 34-ФЗ от 06.03.2022.		
	Стимул	Верификация климатических проектов	Пост. Правительства РФ № 455 от 24.03.2022		
	Стимул	Учет углеродных единиц	Пост. Правительства РФ № 790 от 30.04.2022		
	Барьер	Установление требований по отнесению проекта к категории климатического	Приказ Минэкономразвития России № 248 от 11.05.2022		
	Стимул	Установка Правил разработки и утверждения документов перспективного развития электроэнергетики	Пост. Правительства РФ № 2556 от 30.12.2022		
	Стимул	Субсидии МСП на компенсацию затрат по кредитам для ВИЭ	Пост. Правительства РФ № 469 от 25.03.2022		
	Стимул	Стимулирование развития ВИЭ в Северо-Кавказском ФО	Распоряжение Правительства РФ № 1089-р от 30.04.2022		
2023	Стимул	Закрепление прав владельцев атрибутов генерации и создание реестра сертификатов происхождения	Федеральный закон от № 489-ФЗ 04.08.2023	86,82	4
	Стимул	Утверждение национального плана мероприятий второго этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 г.	Распоряжение Правительства РФ № 559-р от 11.03.2023		
	Стимул	Указом определено, что РФ будет способствовать исследованиям и разработкам в области энергоэффективности, использования ВИЭ	Указ Президента Российской Федерации № 812 от 26.10.2023		
	Стимул	Утверждение правил ведения реестра атрибутов генерации, предоставления, обращения и погашения сертификатов происхождения электрической энергии	Пост. Правительства РФ № 2359 от 28.12.2023		
2024	Стимул	Налоговые льготы для производителей энергии на ВИЭ	Федеральный закон № 362-ФЗ от 29.10.2024	12,22	1

Таблица 3 (конец). Законодательные изменения в направлении ВИЭ в РФ с 2014 по 2024 гг.

Источник: составлено авторами на основании законодательных актов

Вид ВИЭ	r (коэффициент корреляции)
Энергия солнца	-0,37
Энергия ветра	0,36
Энергия потоков воды	0,28
Биомасса	отсутствие вводов
Биогаз	0,72
Свалочный газ	0,13
Геотермальная энергия	-0,01

Таблица 4. Результаты проведенного расчета коэффициента корреляции по каждому виду ВИЭ в части малой генерации

Источник: составлено авторами на основании таблиц 1 и 3

Анализ данных таблицы 4 свидетельствует о различной степени корреляции между числом нормативных актов и ростом мощностей малой генерации по видам ВИЭ. Наиболее сильная положительная связь выявлена в биогазовой энергетике (r = 0,72), что отражает высокую чувствительность сектора к регулированию. Ветро- (r = 0,36) и гидроэнергетика (r = 0,28) демонстрируют умеренную зависимость, связанную с капиталоемкостью и инфраструктурными ограничениями.

Для солнечной энергетики установлена обратная корреляция (r = –0,37), вероятно обусловленная локализацией производства (завод «Хевел» [27]), привлекательностью для инвесторов и удешевлением технологий. Геотермальная генерация показала почти нулевую зависимость (r = –0,01), что объясняется сложностью проектов и ограниченностью ресурсов, снижающими влияние законодательства на развитие сегмента.

Заключение

Результаты исследования показывают устойчивый рост ввода мощностей малой генерации с использованием возобновляемых источников энергии в период с 2014 по 2024 гг., однако были обнаружены существенные различия в темпах развития по определенным видам ВИЭ (энергия солнца, воды, биогаз), что свидетельствует о высокой степени вариации в структуре сектора.

Электростанция на биотопливе

Источник: frontiersin.org

Результаты исследования продемонстрировали высокие темпы роста в сегменте солнечной генерации, что обосновывается четырехкратным увеличением совокупной установленной мощности малых генерирующих объектов по состоянию на 2024 г. относительно 2014 г. При этом наблюдается высокая степень колебаний, что указывает на неустойчивость развития солнечной генерации и предсказывает сложности в прогнозировании ее развития. Отсутствие закономерностей в вводе объектов может быть обусловлена инфраструктурными изменениями (локализация производства оборудования для солнечной энергетики), стохастический характер конкурсных отбор в рамках ДПМ ВИЭ и отсутствие системности и стабильности в части государственной поддержки и механизмов регулирования.

Развитие гидроэнергетики сопровождается нестабильными темпами роста, что свидетельствует о зависимости от предполагаемого места установки объекта генерации, от состояния инфраструктуры, высокой материалоемкости и сроков строительства. Также, установка малой ГЭС сопровождается сложным процессом согласования проекта со стороны муниципальных властей с целью получения разрешения на внесение изменений

Ремонт турбины
Источник: arogant / depositphotos.com

в русло реки (водоема). Скачкообразный характер вводов возможно обусловлен локальным проектами стейкхолдеров и стимулов со стороны государственной политики, поскольку есть слабая корреляция (r =0,28). Вариабельность ввода была обнаружена в сегменте биогаза в связи с относительной молодостью и неразвитостью по сравнению с предыдущими секторами в России.

Таким образом, данные виды ВИЭ (энергия солнца и потоков воды, биогаз) продемонстрировали менее нестабильные темпы роста, что подтверждает гипотезу о высоком уровне вариации ввода мощностей среди различных источников ВИЭ в России в части малых генерирующих объектов.

Корреляционный анализ связи темпов роста ввода мощностей и внедрения законодательных инициатив продемонстрировал неоднозначное влияние государственного регулирования на развитие малой генерации на базе ВИЭ в России. Для определенных сегментов, таких как биогаз, ветроэнергетика и гидроэнергетика, наблюдается умеренная положительная корреляция с количеством законодательных актов, что свидетельствует об эффективности и положительном влиянии государственной политики в этих секторах. При этом для солнечной и геотермальной энергетики корреляция была слабой или отрицательной, хотя ввод по энергии солнца был максимальный среди всех видов

Развитие гидроэнергетики сопровождается нестабильными темпами роста, что свидетельствует о зависимости от предполагаемого места установки, от состояния инфраструктуры и сроков строительства

генерации, что свидетельствует о важности других факторов, таких как снижение стоимости технологий или внешние экономические тенденции.

Перспективы представленного исследования видятся в развитии регионального контекста. В частности, предполагается провести анализ регионов, где установлены объекты ВИЭ. Полученные аналитические результаты представленного исследования, могут послужить основой для совершенствования энергетической политики, направленной на стимулирование устойчивого развития ВИЭ и повышение его конкурентоспособности на внутреннем рынке.

Использованные источники

1. *Парижское соглашение. FCCC/CP/2015/L.9 -https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/rus/l09r.pdf (дата обращения: 20.05.2024).*
2. *Цели в области устойчивого развития // ООН . URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (дата обращения: 01.10.2024).*
3. *Кулькова В. Ю. Энергетическая демократия в достижении целей устойчивого развития: зарубежные практики / В. Ю. Кулькова. — Текст: непосредственный // Культура и экология – основы устойчивого развития России. Безальтернативность зеленой стратегии. Часть 1 : материалы Международного форума (Екатеринбург, 13–15 апреля 2021 г.). Екатеринбург: ФГАОУ ВО УрФУ, 2021. С. 56–63.*
4. *Баранов, Н. Н. Разработка системы управления гибридного электроэнергетического комплекса, в состав которого входят нетрадиционные и возобновляемые источники энергии разных типов / Н. Н. Баранов, К. В. Крюков // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2021. № 4. С. 72–81. DOI 10.31857/S0002331021040038. EDN: NNVHIK.*
5. *Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р (ред. от 28.02.2024) «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 г.».*
6. *Воронин С. М., Украинцев М. М. Автономные системы электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии для сельских объектов // Вестник аграрной науки Дона. 2022. №4 (60).*
7. *Филимонова А. А. Анализ возможности применения децентрализованных систем энергоснабжения в условиях Республики Татарстан / А. А. Филимонова, А. С. Черкасов, Н. Д. Чичирова // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2024. Т. 17, № 4. С. 447-463. EDN: PAYALD.*
8. *Попков Б. В., Осокин В. Л., Куликов А. Л. Об особенностях малой и распределенной генерации в интеллектуальной электроэнергетике // Вестник УГАТУ. 2018. №4 (82).*
9. *Zlaoui M, Dhraief MZ, Hilali ME-D, Dhehibi B, Ben Salem M, Jebali O, Rekik M. Can Small-Scale Dairy Farm Profitability Increase with the Use of Solar Energy Technology? An Experimental Study in Central Tunisia. Energies. 2023; 16(13):4925. https://doi.org/10.3390/en16134925.*
10. *Альтернативные источники энергии для автономного энергоснабжения удаленных объектов сельского хозяйства и лесного комплекса / О. А. Куницкая, А. В. Помигуев, Д. Н. Афоничев [и др.] // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15, № 1(72). – С. 71-81. – DOI 10.53914/issn2071-2243_2022_1_71. – EDN PNWJGU.*
11. *Статистические методы анализа : [учеб. пособие] / .. Шорохова, ..исляк, .. Мариев; М-во образования и науки ос. Федерации, рал. федер. ун-т. — катеринбург : здво рал. ун-та, 2015. — 300 с.*
12. *Arksey H., O'Malley L. Scoping studies: Towards a methodological framework. Int J Soc Res Methodol. 2005;8(1):19-32. doi: 10.1080/1364557032000119616*
13. *Кулакова Е.Н., Настаушева Т.Л., Кондратьева И.В. Систематическое обзорное исследование литературы по методологии scoping review: история, теория и практика // ВСП. 2021. №3.*
14. *Объекты ВИЭ-генерации в регионах России // Ассоциация развития возобновляемой энергетики . URL: https://rreda.ru/ (дата обращения: 05.01.2025).*
15. *Документы // Правительство России . URL: http://government.ru/docs/ (дата обращения: 20.11.2024).*
16. *Энергостратегия // Министерство энергетики Российской Федерации . URL: https://minenergo.gov.ru/ministry/energy-strategy (дата обращения: 20.11.2024).*
17. *Публикации // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации . URL: https://ac.gov.ru/publications (дата обращения: 01.10.2024).*
18. *Новости энергетики // Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» (АО «СО ЕЭС») . URL: https://www.so-ups.ru/news/energy-news/ (дата обращения: 15.10.2024).*
19. *Реестр атрибутов генерации и сертификатов происхождения электроэнергии // Центр энергосертификации . URL: https://rg.green-e-track.ru/ (дата обращения: 01.10.2024).*
20. *Новости отрасли // РАВИ . URL: https://rawi.ru/ (дата обращения: 26.10.2024).*
21. *Пресс-центр // Ассоциация малой энергетики . URL: https://energo-union.com/ru/pressroom (дата обращения: 01.01.2025).*
22. *Энергетика Дальнего Востока // ПАО «РусГидро» . URL: https://rushydro.ru/activity/energetika-dalnego-vostoka/ (дата обращения: 19.09.2024).*
23. *Renewables // IEA . URL: https://www.iea.org/ (дата обращения: 02.09.2024).*
24. *Деятельность // РЭА . URL: https://www.iea.org/ (дата обращения: 02.02.2025).*
25. *Методическое пособие по эконометрике: для социально-экономических специальностей / Е. А. Ивин, Н. В. Артамонов, А. Н. Курбацкий. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2016. – 184.*
26. *Федеральный закон «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ.*
27. *Производство // Группа компаний ХЕВЕЛ . URL: https://www.hevelsolar.com/proizvodstvo/ (дата обращения: 01.02.2025).*

УДК 622.76 DOI 10.46920/2409-5516_2025_05208_88 EDN: WSBHJY

Сравнительный анализ российской технологии сжижения природного газа Gazprom MR

Comparative analysis of Russian natural gas liquefaction technology Gazprom MR

Александр ГАЙВОРОНСКИЙ
Доцент, к. т. н., ранее – руководитель проектов НТЦ «Магистральный транспорт газа» АО «Газпром промгаз»
E-mail: a.gaivoronsky@mail.ru

Alexander GAYVORONSKIY
Associate Professor, Ph. D. (Eng.), until recently Project Manager at the Scientific and Technical Centre “Trunkline Gas Transportation” at “Gazprom Promgaz”
E-mail: a.gaivoronsky@mail.ru

Максим ГОРБУНОВ
Ведущий инженер-технолог ООО «ИЭС Инжиниринг и Консалтинг»
E-mail: maksim.gorbunov@ias-engineering.ru

Maxim GORBUNOV
Leading Process Engineer at IES Engineering and Consulting LLC
E-mail: maksim.gorbunov@ias-engineering.ru

«Ямал СПГ» *Источник: «НОВАТЭК»*

Аннотация. В работе рассмотрены доступные на рынке российские технологии средне- и крупнотоннажного производства сжиженного природного газа с учетом их реализуемости в условиях вновь вводимых санкций и достаточной энергоэффективностью процессов сжижения. Наибольшее внимание уделено технологии сжижения Gazprom MR, для которой выполнены оптимизационные расчеты, позволившие приблизить ее показатели к лучшим зарубежным образцам. Оптимизация затрагивала смесовой и азотный контуры процесса. Приводятся расчетные технологические схемы и результаты моделирования.
Ключевые слова: сжиженный природный газ (СПГ), отечественные технологии сжижения природного газа, энергоэффективность сжижения, смесевые и чистые хладагенты, циклы сжижения и их расчетные технологические схемы, оптимизация энергопотребления.

Abstract. The paper considers Russian technologies for medium- and large-tonnage production of liquefied natural gas available on the market, taking into account their feasibility under the newly introduced sanctions and sufficient energy efficiency of liquefaction processes. The greatest attention is paid to the Gazprom MR liquefaction technology, for which optimization calculations were performed, which made it possible to bring its indicators closer to the best foreign models. Optimization affected the mixed and nitrogen circuits of the process. Calculated process flow diagrams and modeling results are provided.
Keywords: liquefied natural gas (LNG), domestic technologies for liquefying natural gas, liquefaction energy efficiency, mixed and pure refrigerants, liquefaction cycles and their calculated process flow diagrams, energy consumption optimization.

> **«Арктический каскад» показывает соизмеримую эффективность с наиболее распространенной в мире технологией крупнотоннажного производства СПГ**

В настоящее время промышленно-экономическое развитие нашей страны сталкивается с многочисленными ограничениями, направленными на уменьшение денежных потоков, получаемых Россией извне. Газовый сектор оказался наиболее подверженным международным санкциям. Экспорт российского трубопроводного газа в европейские государства кардинально сократился, и в этой ситуации поставки сжиженного природного газа (СПГ) являются выходом из сложившейся макрополитической ситуации ввиду большей мобильности и возможности переориентации на новые рынки сбыта.

Санкционные ограничения привели к уходу с российского рынка европейских и американских компаний-лицензиаров средне- и крупнотоннажных технологий производства СПГ. В этой связи появилась настоятельная необходимость создавать собственные энергоэффективные технологии в данной нише производственных мощностей.

На данный момент компания ПАО «НОВАТЭК» успешно создала среднетоннажную линию производства СПГ «Арктический каскад» (4-я линия завода «Ямал СПГ»), реализованную на основе собственного патента [1, 2]. Изюминкой проекта является необычный компрессорный агрегат производства АО «Казанькомпрессормаш», особенность которого заключается в том, что он объединяет в себе многоступенчатый компрессор этана, азота и природного газа. При этом он приводится в движение одной турбиной мощностью 25 МВт. Все компрессорные ступени связаны через мультипликатор, что накладывает ограничение на максимальную мощность технологической линии с единичным оборудованием, а также к сложностям в регулировании производительности контуров азотного

Резервуары для хранения СПГ по технологии Linde, Норвегия

Источник: Equinor Espen Rønnevik – Roar Lindefjeld, Woldcam

и этанового охлаждения. В связи с этим трудно отмасштабировать технологическую линию на производительность более 1 млн т в год.

Еще одним недостатком этого цикла является применение этана в контуре предварительного охлаждения природного газа, имеющего низкую критическую температуру. Как следствие это приводит к невозможно применения данной технологии в неарктическом климате, а в арктическом климате наблюдается серьезное падение производительности в летнее время.

«Арктический каскад» показывает соизмеримую энергоэффективность с наиболее распространенной в мире технологией крупнотоннажного производства СПГ компании Air Products and Chemicals, Inc. «C_3MR».

«НОВАТЭК» имеет также ряд других решений для сжижения природного газа, в частности, «Арктический каскад модифицированный» [3, 4], который должен лечь в основу проекта «Обский СПГ», технология «Арктический микс» [5, 6], повторяющая технологию MFC4 Linde, на основе которой построен проект «Арктик СПГ 2», а также вариант схемы с этановым предохлаждением – «Полярная Звезда» [7, 8].

«Арктический каскад модифицированный» в отличие от «Арктический каскад» не имеет ограничений, связанных с компрессорным оборудованием и позволяет получить производительность одной технологической линии свыше 3 млн т в год. В настоящее время эта отечественная технология наиболее перспективна для реализации в ближайшее время. «Арктический микс» и «Полярная Звезда» пока не были реализованы на практике.

Из российских компаний не только ПАО «НОВАТЭК» предлагает оригинальные отечественные технологии для получения сжиженного природного газа. Так, компания ПАО «НК «Роснефть» имеет патент на собственную технологию «Энергия Восхода» [9, 10]. Компания ПАО «Газпром» имеет собственную технологию «Gazprom MR» [11, 12] и реализует проект строительства КСПГ в Усть-Луге по технологии Linde MFC2. В настоящее время технология компании ПАО «Газпром» «Gazprom MR» проходит стендовые испытания.

Все российские технологические решения необходимо рассматривать с учетом в первую очередь двух критериев: реализуемостью в условиях санкций и достаточной энергоэффективностью процессов

сжижения. Остановимся более подробно на технологии «Gazprom MR» (GMR). В ее основе лежит процесс кипения многокомпонентного смешанного хладагента, являющийся наиболее термодинамически эффективным процессом. Этот процесс используется во всех современных технологиях сжижения: C_3MR, DMR, SMR и др. За счет непрерывного кипения хладагента с постоянным давлением и переменной температурой, и интенсивного конвективного теплообмена удается в полной мере использовать эффект скрытой теплоты парообразования, уменьшая температурный перепад на теплообменном аппарате без увеличения его геометрических размеров.

Согласно [11], смесевой хладагент состоит из шести компонентов: азота, метана, этана, пропана, бутанов и изопентана, и позволяет охладить природный газ до температурного уровня минус 120–125 °С. Дальнейшее охлаждение происходит за счет газовой азотной холодильной машины, работающей по обратному циклу Брайтона, до температуры минус 150–160 °С. Азотная холодильная машина для переохлаждения СПГ перед направлением его в систему хранения – эффективное и простое решение, применяемое в циклах «Арктический каскад»,

Основное преимущество технологии Gazprom MR заключается в использовании насоса Р1 после первой ступени компримирования, что позволяет энергоэффективно сжать жидкую фракцию после сепаратора

«Арктический каскад модифицированный» и в «AP-X» компании APCI. Согласно [12], технология GMR позиционируется как крупнотоннажная.

Технология GMR имеет ряд преимуществ. В отличии от технологий ПАО «НОВАТЭК», она не имеет привязки к холодному климату, так как смесевой хладагент позволяет эффективно работать в любых климатических условиях за счет изменения компонентного состава, а азотная холодильная машина работает в достаточно узком диапазоне температур, где ее эффективность сравнима с процессами кипения смесевого хладагента. С другой стороны,

«Арктик СПГ 2»

Источник: skyscrapercity.com

Показатель	Единица измерения	Значение
Массовый расход на входе в установку сжижения	кг/ч	470916,6
Давление на входе в установку сжижения	бар абс.	75,5
Давление после установки осушки, очистки и фракционирования	бар абс.	56
Температура окружающей среды	°C	20
Недорекуперация на аппаратах АВО	°C	10
Гидравлическое сопротивление прямых потоков первой секции MR теплообменного аппарата	кПа	50
Гидравлическое сопротивление обратного потока первой секции MR теплообменного аппарата	кПа	30
Гидравлическое сопротивление прямых потоков второй секции MR теплообменного аппарата	кПа	50 (природный газ) 20 (MR хладагент)
Гидравлическое сопротивление обратного потока второй секции MR теплообменного аппарата	кПа	20
Гидравлическое сопротивление в азотном теплообменном аппарате	кПа	50
Гидравлическое сопротивление в азотном рекуперативном теплообменном аппарате	кПа	50
Давление в системе хранения	бар абс.	1,15
Температура конца охлаждения природного газа	°C	минус 154,2
Адиабатный КПД компрессорного, детандерного и насосного оборудования	%	80

Таблица 1. Исходные данные для моделирования

Required turbine power				
Object	Variable	Value	Units	Tag
ASMR1	Power	47,10	MW	No Tag
ASMR2	Power	51,17	MW	No Tag
ANG1	Power	7,018	MW	No Tag
AKN2	Power	28,67	MW	No Tag
AKN3	Power	39,93	MW	No Tag
Total Consumption	Power	166,9	MW	No Tag

Min delta T				
Object	Variable	Value	Units	Tag
MHE1	Minimum Approach	6,623	°C	No Tag
MHE2	Minimum Approach	5,557	°C	No Tag
HEN1	Minimum Approach	6,1	°C	No Tag
HEN2	Minimum Approach	9,914	°C	No Tag

Рис. 1. Модель цикла GMR

Охлаждающий компрессор СПГ-завода

Источник: ru.made-in-china.com

смесь состоит из 6 компонентов, которые требуют пополнения, а значит, системы выделения (фракционирования) из природного газа (или в случае невозможности – доставки их извне), а также парк хранения компонентов хладагента.

Данный способ сжижения (GMR) является альтернативой широко применяемым в мировой практике технологическим процессам C_3MR и DMR с двумя контурами охлаждения.

Для дальнейшего анализа технологии была построена расчетная модель цикла (рис. 1). Исходные данные для моделирования указаны в таблице 1, состав сырьевого газа приведен в таблице 2, а базовый состав хладагента – в таблице 3.

Расход природного газа 470,9 т/ч, что примерно соответствует производительности завода 4 млн т в год при 8500 часах работы в год и в 3,76 млн т в год при 8000 часах работы. Расчетная производительность завода по СПГ будет приведена ниже.

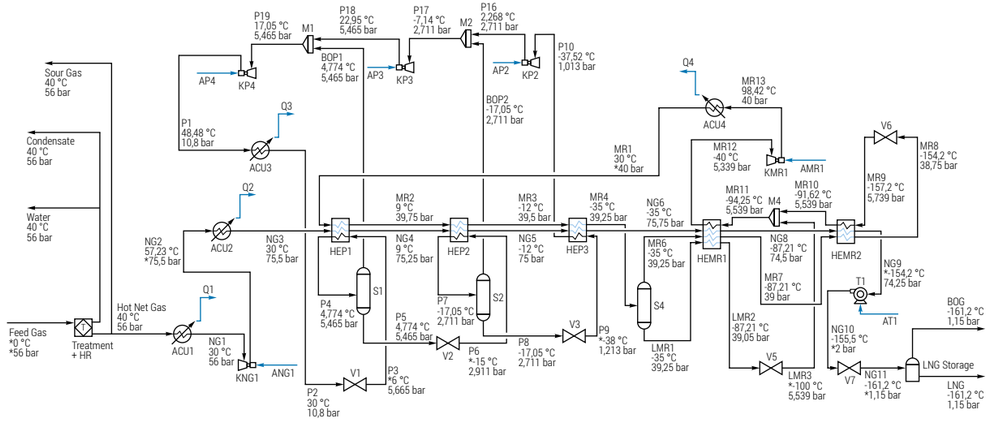
Основной многопоточный теплообменный аппарат разделен на две секции (MHE1

Таблица 2. Состав сырьевого газа

Компонент	Единица измерения	Значение
Азот	% мол.	0,8403
Метан	% мол.	98,1593
Этан	% мол.	0,7303
Пропан	% мол.	0,2101
Бутан	% мол.	0,0300
Изо-бутан	% мол.	0,0200
Изо-пентан	% мол.	0,0100

Таблица 3. Состав хладагента

Компонент	Единица измерения	Значение
Азот	% мол.	1,00
Метан	% мол.	22,00
Этан	% мол.	43,00
Пропан	% мол.	11,00
Бутан	% мол.	8,00
Изо-бутан	% мол.	5,00
Изо-пентан	% мол.	10,00



Feed Gas
Temperature – 0,0000 °C
Pressure – 56 bar
Mass Flow – 470916,6 kg/h

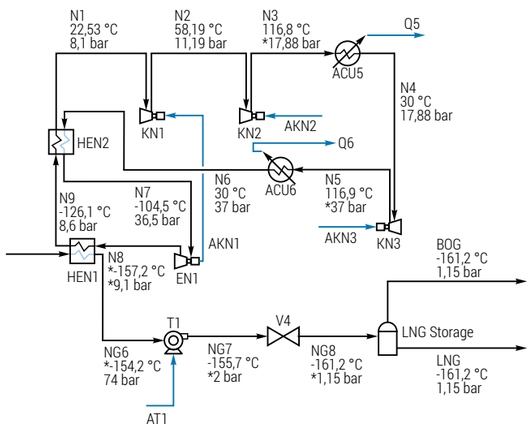
LNG
Temperature – -161,2 °C
Pressure – 1,15 bar
Mass Flow – 450300,5 kg/h

Specific consumption
273,7 kW*hour/tonne

Min delta T				
Object	Variable	Value	Units	Tag
HEP1	Minimum Approach	3	°C	No Tag
HEP2	Minimum Approach	3	°C	No Tag
HEP3	Minimum Approach	3	°C	No Tag
HEMR1	Minimum Approach	5.001	°C	No Tag
HEMR2	Minimum Approach	3	°C	No Tag

Required turbine power				
Object	Variable	Value	Units	Tag
AP Summary	Power	42,27	MW	No Tag
AMR Summary	Power	80,96	MW	No Tag
Total Consumption	Power	123,2	MW	No Tag

Рис. 2. Модель цикла C_3MR



AKN1
Power – 14714,4 kW

Specific consumption
352,2 kW*hour/tonne

Required turbine power				
Object	Variable	Value	Units	Tag
ASMR1	Power	47,10	MW	No Tag
ASMR2	Power	51,17	MW	No Tag
ANG1	Power	7,018	MW	No Tag
AKN2	Power	24,47	MW	No Tag
AKN3	Power	36,09	MW	No Tag
Total Consumption	Power	158,8	MW	No Tag

Min delta T				
Object	Variable	Value	Units	Tag
MHE1	Minimum Approach	6,623	°C	No Tag
MHE2	Minimum Approach	5,557	°C	No Tag
HEN1	Minimum Approach	3	°C	No Tag
HEN2	Minimum Approach	7,474	°C	No Tag

Рис. 3. Результат оптимизации цикла GMR по температуре в азотном контуре

и MHE2). В первой секции MHE1 природный газ охлаждается смешанным потоком тяжелой и легкой фракции смешанного хладагента до температуры минус 52–54 °C. На таком температурном уровне возможна синергия с установкой фракционирования с выделением C_{2+} компонентов из потока сырьевого газа. Во второй секции MHE2 природный газ охлаждается потоком легкой фракции смешанного хладагента до температурного уровня минус 120–125 °C, после чего охлаждается азотом в теплообменном аппарате HEN1 до температуры минус 150–160 °C, направляется в жидкостной детандер T1 и расширяется до давления 2 бар абс., после чего направляется в систему хранения, в которой дросселируется через клапан Джоуля-Томпсона до давления хранения 1,15 бар абс. Согласно расчетам, при выбранном составе хладагента и исходных данных энергопотребление составило 370 кВт·ч/т СПГ.

Для оценки полученной эффективности был выполнен расчет наиболее распространенного процесса C_3MR со схожими исходными параметрами (технологическая схема приведена на рис. 2).

Согласно выполненным расчетам, энергопотребление в процессе C_3MR составило 273,7 кВт·ч/т СПГ, что существенно меньше значений, полученных для процесса GMR. Очевидно, что состав смесевого хладагента и режим работы теплообменного оборудования подобраны некорректно и нуждаются в оптимизации.

Основное преимущество технологии «Gazprom MR» (как и технологии PRICO – Poly Refrigerant Integrated Cycle Operations [13]) заключается в использовании насоса P1 после первой ступени компримирования, что позволяет энергоэффективно сжать жидкую фракцию после сепаратора S1. Однако в выполненном технологическом расчете после аппаратов воздушного охлаждения ACU3 при базовом варианте состава хладагента конденсируется 2,5% всего потока, что не позволяет в полной мере воспользоваться преимуществом данной технологии.

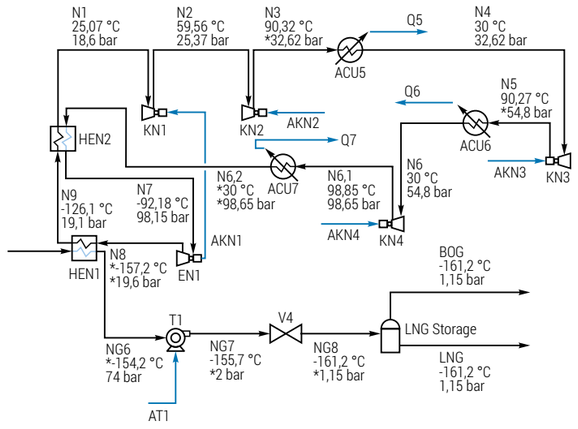
Также стоит обратить внимание на минимальное температурное сближение в теплообменных аппаратах, которое составляет 6,1 °C в самом холодном теплообменном аппарате, и на низкое давление в азотном контуре (37 бар абс.). Приведенные значения, очевидно, не являются оптимальными и нуждаются в оптимизации.

Уменьшение удельного энергопотребления в процессе Gazprom MR возможно за счет оптимизации азотного контура процесса и контура смешанного хладагента. Вначале рассмотрим один из возможных вариантов оптимизации азотного контура по температуре (рис. 3). По результатам расчетов удалось уменьшить разницу температур между теплоносителями до 3 °C, что привело к уменьшению суммарного энергопотребления до 352,2 кВт·ч/т СПГ, при этом снизился расход хладагента в азотном контуре, уменьшив нагрузку на компрессорно-детандерный аппарат (KN1-EN1). Однако и эти значения энергоэффективности существенно уступают значениям в процессе C_3MR.

СПГ-танкер
Источник: photowrzesien / depositphotos.com

Обращаясь к мировой практике в области построения азотно-детандерных циклов можно отметить, что максимальное давление в контуре холодильной машины, основанной на обратном цикле Брайтона, стараются приблизить к 100 бар. Эта тенденция объясняется тем, что при том же перепаде температур на детандере (степень расширения сохраняется также примерно такой же), плотность газа, циркулирующего в контуре холодильной машины, возрастает, уменьшаются потери на компримирование, увеличивается теплоемкость газа и т. д.

Максимально возможное давление после детандера ограничивается условием



BOG
Temperature – -161,2 °C
Pressure – 1,15 bar
Mass Flow – 19875,2 kg/h

LNG
Temperature – -161,2 °C
Pressure – 1,15 bar
Mass Flow – 451041,4 kg/h

Specific consumption
330,4 kW*hour/tonne

Required turbine power				
Object	Variable	Value	Units	Tag
ASMR1	Power	47,10	MW	No Tag
ASMR2	Power	51,17	MW	No Tag
ANG1	Power	7,018	MW	No Tag
AKN2	Power	9,775	MW	No Tag
AKN3	Power	19,05	MW	No Tag
AKN4	Power	21,93	MW	No Tag
Total Consumption	Power	149	MW	No Tag

Min delta T				
Object	Variable	Value	Units	Tag
MHE1	Minimum Approach	6,623	°C	No Tag
MHE2	Minimum Approach	5,557	°C	No Tag
HEN1	Minimum Approach	3	°C	No Tag
HEN2	Minimum Approach	4,931	°C	No Tag

Рис. 4. Результат оптимизации цикла GMR по давлению в азотном контуре

отсутствия фазового перехода вещества при конечном уровне температур. Рассматривая схему GMR, после оптимизации перепада температур температура на выходе из турбодетандера составила минус 157,2 °С. При этом давление фазового равновесия для азота при данной температуре находится на уровне 20,38 бар абс.

Далее рассмотрим вариант оптимизации азотного контура в цикле GMR по давлению в газовом контуре (рис. 4).

Давление конца детандирования выбрано 19,6 бар абс. исходя из того, чтобы максимальное давление в контуре не превысило 100 бар абс. В результате моделирования оно составило 98,65 бар абс. Относительно первоначальной компоновки схемы, появилась необходимость добавить четвертую ступень сжатия азота из-за роста температуры после каждой ступени свыше 120 °С, т. е. применить 3-х ступенчатый компрессор в дополнение дожимной ступени компрессорно-детандерного аппарата.

Данное решение является общепримененным в практике средне- и крупнотоннажного производства СПГ. Так как азотный турбодетандерно-компрессорный аппарат (ТДКА) является обособленным агрегатом, то три ступени азотного компрессора возможно будет разместить на одном валу приводной турбины (ограничением является не более 3-х корпусов на одном валу из-за уменьшения критической частоты вращения вала).

В результате оптимизации азотного контура удалось снизить суммарное энергопотребление с 370 кВт·ч/т СПГ до 330,4 кВт·ч/т СПГ, а нагрузку на ТКДА – с 15,9 МВт до 10,9 МВт. При этом стоит отметить, что использование ТКДА с мощностью на валу свыше 8 МВт в условиях санкционных ограничений является проблемой, поэтому отходить сильно от этой цифры в сторону наращивания мощности не стоит.

В целом, идеология применения переохлаждения азотом обусловлена стремлением увеличить максимальную производительность технологической линии с учетом невозможности увеличения размеров SMR coldbox. Такой принцип был применен в цикле AP-X, в котором добавлено азотное переохлаждение к циклу C_3MR, что позволило увеличить производительность при тех же размерах криогенного теплообменного аппарата с 5,5 до свыше 8 млн т в год СПГ.

Дальнейшие резервы снижения удельной энергоемкости холодильного цикла GMR связаны с оптимизацией контура смешанного хладагента SMR ступени.

Практика построения циклов, основанных на одном смешанном хладагенте, показывает, что как правило используется смесь углеводородов и азота, не превышающая 5 компонентов, которые потенциально можно извлечь из сырьевого газа с целью восполнения утечек. Для смеси должны использоваться компоненты высокой чистоты, особенно если речь идет об изопентановой фракции, которая не должна содержать более тяжелые углеводороды и пентан.

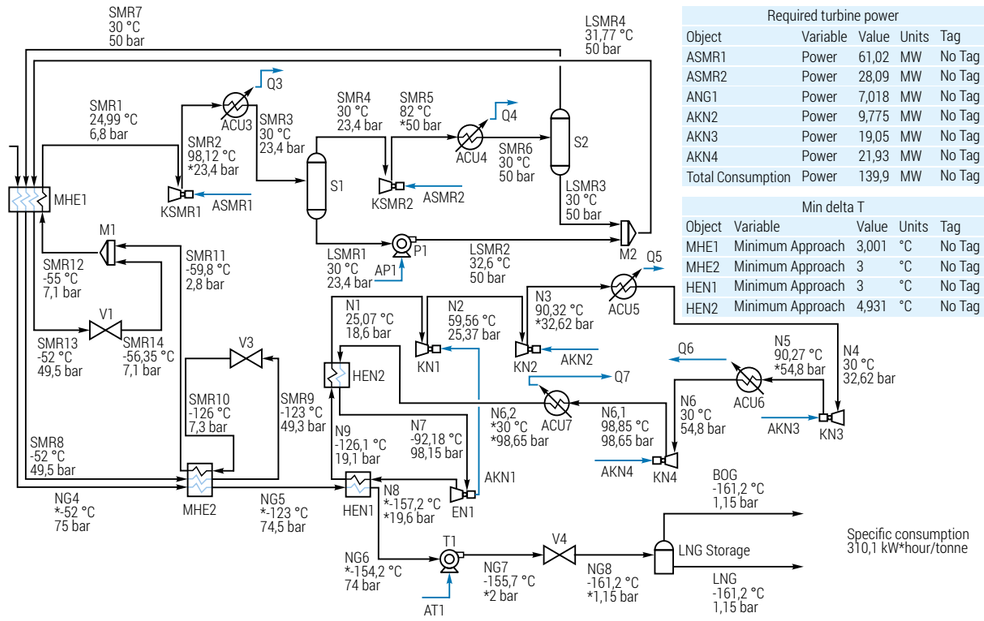
С учетом того, что средне- и крупнотоннажные производства СПГ располагаются в районах с отсутствием какой-либо промышленной инфраструктурой, доставка таких хладагентов на завод может оказаться логистической и финансовой проблемой, а фракционировать их из сырьевого газа – энергетически и экономически невыгодным процессом, а возможно и недоступным, так как обычно газ на входных сооружениях завода СПГ имеет качество по углеводородам согласно СТО Газпром 089–2010 и, соответственно, низкое содержание C_{5+} фракции.

В настоящее время в Российской Федерации все проекты средне- и крупнотоннажного производства СПГ рассматриваются в условиях холодного или арктического климата, где использование изопентана с температурой кипения 28 °С скорее всего является нерациональным решением. Поэтому, изопентан далее исключается из состава смеси.

Смесь бутанов также является продуктом фракционирования сырьевого газа. Конечно, для наиболее точной настройки смесевого цикла необходимо добавлять чистые компоненты, однако, на заводах СПГ как правило не разделяют бутаны на изомеры, так как этот процесс является энергетически затратным и требует колонное оборудование больших размеров. Поэтому при дальнейшей оптимизации цикла смесь бутанов оставляем в таких же пропорциях, которая была в исходном хладагенте. Результаты оптимизации представлены на рис. 5.

Оптимизация SMR процессов охлаждения – задача с большим количеством неизвестных. Увеличение давления в SMR контуре, отказ от изопентана и оптимизация состава позволили сократить энергопотребление GMR цикла с 330,4 кВт·ч/т СПГ до 310,1 кВт·ч/т СПГ, что ставит его на один уровень энергопотребления с обычными SMR циклами, для которых характерно иметь энергопотребление в районе 300 кВт·ч/т СПГ.

Рис. 5. Результат комплексной оптимизации SMR контура цикла GMR



Required turbine power				
Object	Variable	Value	Units	Tag
ASMR1	Power	61,02	MW	No Tag
ASMR2	Power	28,09	MW	No Tag
ANG1	Power	7,018	MW	No Tag
AKN2	Power	9,775	MW	No Tag
AKN3	Power	19,05	MW	No Tag
AKN4	Power	21,93	MW	No Tag
Total Consumption	Power	139,9	MW	No Tag

Min delta T				
Object	Variable	Value	Units	Tag
MHE1	Minimum Approach	3,001	°C	No Tag
MHE2	Minimum Approach	3	°C	No Tag
HEN1	Minimum Approach	3	°C	No Tag
HEN2	Minimum Approach	4,931	°C	No Tag

Specific consumption
310,1 kW*hour/tonne

Технология Gazprom MR имеет потенциал улучшения энергоэффективности для применения на производственных мощностях в диапазоне производительностей 1,5–3 млн т в год СПГ

Подводя итоги выполненного сравнительного анализа технологии сжижения природного газа «Gazprom MR», можно отметить следующее:

1. Данная технология представляет собой каскадной холодильной процесс с двумя хладагентами: SMR и азотом, что позволяет увеличить единичную производительность линии относительно циклов с одной парокомпрессионной холодильной машиной на SMR, предел единичной производительности которой составляет около 1,5 млн т/год СПГ;
2. Количество оборудования в данном цикле эквивалентно циклам, используемым в крупнотоннажном производстве, таких как C_3MR и DMR, однако, даже с учетом применения дополнительной азотной холодильной машины, по производительности единичной линии данная технология вряд ли перешагнет производительность 3 млн т/год;
3. По энергоэффективности данная технология несколько уступает технологиям DMR и C_3MR и не имеет явных преимуществ по остальным параметрам, таким как простота теплообменного оборудования, простота процессов регулирования и эксплуатации и т.п;
4. Технология «Gazprom MR» имеет потенциал улучшения энергоэффективности для применения на производственных мощностях в диапазоне производительностей 1,5–3 млн т в год СПГ. Для мощностей производства менее 1,5 млн т в год использование технологии GMR нецелесообразно ввиду отсутствия явных преимуществ относительно традиционных SMR-циклов. Для мощностей производства свыше 3 млн т в год использование данной технологии будет затруднительно ввиду отсутствия возможности масштабирования SMR coldbox, а также ввиду наличия более энергоэффективных процессов и, соответственно, циклов, их использующих.

СПГ-завод «Сахалин-2» *Источник: «Газпром»*

Морская платформа «Лунская-А», проект «Сахалин-2» *Источник: «Газпром»*

Использованные источники

1. *URL: https://neftegaz.ru/tech-library/pererabotka-nefti-i-gaza/524100-arkticheskiy-kaskad/?ysclid=lxir8c26k6613253924*
2. *Патент РФ 538 192, МПК F25J 1?00 (2006/01) Способ сжижения природного газа по циклу высокого давления с предохлаждением этаном и переохлаждением азотом «Арктический каскад» и установка для его осуществления: пат. РФ 2 645 185 / Минигулов Р.М. и др.; заявл. 16.03.2017; опубл. 16.02.2018, Бюл.№ 5.*
3. *URL: https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhennyy-prirodnyy-gaz/776760-arkticheskiy-kaskad-modifitsirovannyy-novatek-poluchil-patent-na-sobstvennuyu-krupnotonnazhnuyu-tekh/?ysclid=lxircк8t7s827009393*
4. *Патент РФ 2 792 387 C1, МПК F25J 1/00 (2006.01) Способ сжижения природного газа «Арктический каскад, модифицированный» и установка для его осуществления / Руденко С.В. и др.; заявл. 18.11.2022; опубл. 21.03.2023, Бюл. №9.*
5. *URL: https://neftegaz.ru/news/standarts/783148-novatek-rasshiril-portfel-sobstvennykh-spg-tekhnologiy-dopolniv-ego-arkticheskim-miksom/?ysclid=lxirg6myzq55762034*
6. *Патент РФ 2 797 608 C1, МПК F25J 1/00 (2006.01) Способ сжижения природного газа «Арктический микс» / Руденко С.В. и др.; заявл. 17.02.2023; опубл. 07.06.2023, Бюл. №16.*
7. *URL: https://etpgpb.ru/posts/32828-novatek_rasshiril_portfel_sobstvennyh_spg-tehnologiy_dopolniv_ego_arkticheskim_mikom/?ysclid=lxirk92azw479015138*
8. *Патент РФ 2 740 112 C1, МПК F25J 1/00 (2006.01) Способ сжижения природного газа «Полярная Звезда» и установка для его осуществления / Руденко С.В. и др.; заявл. 20.07.2020; опубл. 11.01.2021, Бюл. №2.*
9. *URL: https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhennyy-prirodnyy-gaz/807055-energiya-voskhoda-rosneft-zapatentovala-sobstvennuyu-tekhnologiyu-proizvodstva-spg-na-odinochnom-skh/?ysclid=lxirn0r9o9920965342*
10. *Патент РФ 2 803 441 C1, МПК F25J 1/00 (2006.01) Способ сжижения природного газа на одиночном смешанном хладагенте «Энергия Восхода» и установка для его осуществления» / Цветков А.В. и др.; заявл. 08.08.2023; опубл. 13.09.2023*
11. *URL: https://e-ecolog.ru/docs/TYvTaZ7VIoYYMgHZVYCms/8267?ysclid=lxirqh91b9180982682&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F*
12. *Патент РФ 2 538 192, МПК F25J 1/00 (2006.01), Способ сжижения природного газа и установка для его осуществления/ Мамаев А. В., Сиротин А. С., Копша Д. П. и др.; заявитель и патентообладатель ОАО «Газпром», Заявка: 2013149401/06, 07.11.2013, Опубликовано: 10.01.2015. Бюл. № 1.*
13. *URL: https://vniigaz.gazprom.ru/press/about-company/2017/11/49*
14. *URL: https://s.econf.rae.ru/pdf/2017/01/6054.pdf*

УДК 622.279.72 DOI 10.46920/2409-5516_2025_05208_100 EDN: ZAJYQR

Анализ методов предупреждения и борьбы с гидратообразованием в трубопроводах

Analysis of methods for preventing and combating hydrate formation in pipelines

Лазизбек ЭРКИНЖОНОВ
Магистрант института геологии и нефтегазовых технологий, Казанский федеральный университет
E-mail: lserkinzhonov@kpfu.ru

Алина ГИМАЕВА
Доцент кафедры разработки и эксплуатации месторождений трудноизвлекаемых углеводородов, к. т. н., Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казанский федеральный университет
E-mail: argimaeva@yandex.ru

Lazizbek ERKINZHONOV
Master's student, Institute of Geology and Oil and Gas Technologies, Kazan Federal University
E-mail: lserkinzhonov@kpfu.ru

Alina GIMAEVA
Associate Professor, Ph.D., Department of Development and Operation of Hard-to-Recover Hydrocarbon Deposits, Institute of Geology and Oil and Gas Technologies, Kazan Federal University
E-mail: argimaeva@yandex.ru

Аннотация. Газовые гидраты являются основной проблемой обеспечения стабильности потока при добыче и транспортировке углеводородов. Наличие гидратов в потоках флюида, извлекаемого из недр, способствует ускоренному износу сборных коллекторов и сокращению их срока службы. Гидратные отложения в системах промысловой подготовки углеводородов (в теплообменном оборудовании, сепараторах, проточных частях детандеров, дросселирующих устройствах, эжекторах) негативно влияют на технологические процессы. Ключевым способом предотвращения образования гидратов является создание термодинамически неблагоприятных для них условий, что достигается тепловыми, технологическими и химическими методами. Если же гидратные отложения уже образовались - их удаляют, снижая давление, вводя метанол, нагревая участок или комбинируя эти подходы. Выбор метода определяется характеристиками пробки и условиями эксплуатации. Для более эффективной профилактики необходимо расширить систему мониторинга, контролируя больше параметров, влияющих на процесс гидратообразования. В частности, рекомендуется дополнительно измерять температуру и давление в скважине, содержание пластовой воды и концентрацию метанола в отработанном растворе. Целью данной работы являются анализ и систематизация существующих в литературе подходов к предупреждению и устранению гидратов.
Ключевые слова: гидратообразование, трубопровод, гидраты, месторождение, скважина, метанол, гликоль.

Abstract. Gas hydrates are the main problem of ensuring flow stability in the production and transportation of oil and gas. The presence of hydrates in the fluid flows extracted from the subsurface contributes to accelerated wear of prefabricated collectors and a reduction in their service life. Hydrate deposits in field coal ore preparation systems (in heat exchange equipment, separators, flow parts of expanders, throttling devices, ejectors) negatively affect technological processes. In this regard, the issues of prevention, as well as ways to combat gas hydrates in pipelines, remain relevant at the present time. One of the main methods of combating the formation of hydrates is to create conditions for the thermo-dynamic instability of hydrate compounds. Thermal, technological and chemical methods are used for this purpose. In case of formation of a hydrate blockage, it is eliminated by reducing pressure, injection of methanol, local heating or a combination thereof. The choice of a particular method depends on the sample size, its location, ambient temperature and other factors. To more effectively prevent the formation of hydrates, it is recommended to increase the number of parameters controlled with the help of tools that affect the process of hydrate formation. In particular, it is necessary to additionally measure the temperature and pressure at the well, the content of reservoir water and the concentration of methanol in the spent solution. The purpose of this article is to review the literature on current approaches to combating the formation of gas hydrates.
Keywords: hydrate formation, pipeline, hydrates, deposit, well, methanol, glycol.

Введение

В ходе перемещения природного газа по коллекторным линиям от добывающих скважин до установок комплексной подготовки газа (УКПГ) происходит изменение его физических параметров, в частности температуры и давления. Эти флуктуации способствуют риску формирования гидратов, что, в свою очередь, может привести к серьезным технологическим нарушениям и нештатным ситуациям. В рамках настоящего исследования тщательно анализируются условия, способствующие гидратообразованию, и определяются критические участки системы транспортировки газа от эксплуатационных скважин до объектов газопереработки, на которых наиболее вероятно возникновение проблем.

Чтобы минимизировать риск формирования гидратных образований, основной стратегией является создание условий,

Газогидраты в трубах

Источник: Bill Schmoker ARCUS Polar Media Archive

при которых эти соединения становятся термодинамически нестабильными. Для достижения этой цели используют различные методы, включая тепловые, технологические и химические. В контексте ликвидации уже сформировавшихся гидратных отложений, эффективными мерами являются методы, направленные на уменьшение давления в системе, инъекции метанола для разложения гидратов, локализованный подогрев зоны гидратоотложений или применение этих методов в комбинации. Выбор конкретного метода зависит от размера пробки, ее местоположения, температуры окружающей среды и других факторов.

Ключевым моментом контроля над образованием газогидратов является дополнительный мониторинг таких показателей, как температура, давление на скважине и уровень содержания воды в пласте

Для повышения эффективности контроля над процессом формирования гидратов целесообразно расширить перечень параметров для мониторинга с помощью аналитической аппаратуры, влияющих на данное явление. Ключевым моментом является дополнительный мониторинг таких показателей, как температура и давление на скважине, уровень содержания воды в пласте и концентрация метанола в использованной буровой жидкости.

Объект и методы исследования

Гидраты способны кристаллизоваться в любом узле инфраструктуры, охватывающей процес добычи, сбора, подготовки, транспортировки и очистки углеводородного сырья, при наличии условий, таких как насыщенность газа и воды, определенных уровней давления и температурных режимов. С точки зрения производственных процессов, появление и аккумуляция гидратных структур в большинстве случаев представляет собой серьезную проблему, поскольку они могут создавать препятствия и увеличивать гидравлическое сопротивление в потоках перекачки нефти и газа.

Присутствие гидратов в добываемых углеводородах ускоряет изнашивание модульных коллекторов, снижая их эксплуатационный период. Отложения гидрата в таких установках, как, например, теплообменное оборудование, отстойники, внутренние каналы расширительных устройств, ограничительные клапаны и инжекторы, оказывают отрицательный эффект на продуктивность и эффективность всего производственного цикла.

Контроль за процессом гидратообразования является обязательным на всех стадиях технологической цепочки добычи газа, включая:

- на забое пласта (особенно на месторождениях, где температура и давление близки к условиям образования гидратов);
- внутри разведочных и добывающих скважин (особенно во время испытаний, связанных с изменением давления газа);
- при резком снижении давления газа (дросселировании);
- в трубопроводах и системах, используемых для сбора газа на месторождении: от скважин до установок подготовки (включая шлейфы, коллекторы, газопроводы и конденсатопроводы);
- на различных этапах подготовки и транспортировки газа: на установках подготовки газа, в начале магистральных газопроводов (чаще всего при технологических сбоях), на газораспределительных станциях и в подземных хранилищах газа [1–2].

Горящий газогидрат

Источник: goarctic.ru

Изучив опубликованные данные о проблемах, связанных с образованием гидратов в процессах сбора и добычи, а также в промысловых газопроводах, можно выделить ряд ключевых методов предотвращения гидратообразования.

Метод безгидратного режима эксплуатации скважин. Метод предотвращения гидратообразования в скважине основан на поддержании безгидратного режима либо путем оптимизации технологических параметров, либо путем ингибирования. В случае невозможности достижения безгидратного режима только за счет технологических решений, проводится идентификация зон повышенного риска гидратообразования в призабойной зоне или стволе скважины. На основании анализа риска разрабатывается стратегия ингибирования, определяющая оптимальные точки и методы ввода ингибитора. Для поддержания безгидратного режима, учитывая динамику температуры газа, обусловленную теплообменом и дросселированием, используются данные промысловых исследований. Даже при стабильной работе скважины, необходимо иметь разработанный план экстренного ингибирования на случай отклонения технологических параметров и возникновения риска гидратообразования [3].

Для ингибирования гидратообразования в газопроводах применяется **метод предварительного подогрева газа**. На станциях подогрева газ подвергается теплообмену с паром или другими теплоносителями, что обеспечивает поддержание температуры газа на ΔT выше температуры равновесного гидратообразования при заданном давлении в трубопроводе. Несмотря на простоту реализации, теплоспутники (как показано на рис. 1) ограничены в применении газопроводами малой протяженности и газосборными системами с централизованной подготовкой газа (осушкой). Основным сдерживающим фактором для широкого внедрения данной технологии является высокая капиталоемкость и эксплуатационные расходы [4].

Операция инжекции метанола в газопровод с расходом 800 литров за 20 минут характеризуется высокой производительностью и исключает потребность в использовании компрессоров высокого давления

Ввод ингибиторов гидратообразования в поток газа. Антигидратные реагенты, используемые для химической борьбы с гидратообразованием, классифицируются по механизму действия на две группы: ингибиторы гидратообразования и ингибиторы гидратоотложения. Ингибиторы гидратообразования воздействуют на термодинамические условия, необходимые для формирования гидратов, или оказывают влияние на кинетику процесса гидратообразования в газожидкостной среде. Ингибиторы гидратоотложения способны блокировать жидкую водную фазу, предотвращая взаимодействие газа с водой, обеспечивая многофазный транспорт продукции, уменьшая рост гидратных частиц [1].

Термодинамические ингибиторы гидратообразования – это химические соединения, которые используются для предотвращения или замедления процесса образования гидратов воды. Он может происходить при низких температурах и высоких давлениях, например, в нефтегазовой отрасли. Гидраты могут вызывать серьезные проблемы в трубопроводах и оборудовании, снижая эффективность и безопасность процессов производства и транспортировки углеводородов.

Области применения:

- нефтегазовая промышленность: в основном применяются для предотвращения образования гидратов в трубопроводах при транспортировке газа и нефти;
- системы сжатого и подземного хранения газа: обеспечивают защиту оборудования от негативных воздействий;
- химические производства: используются для контроля и предотвращения образования гидратов, которые могут нарушить весь технологический процесс.

Преимущества:

- эффективная защита: термодинамические ингибиторы обеспечивают значительное снижение вероятности образования гидратов, что позволяет избежать связанных с этим проблем;
- простое внедрение: использование ингибиторов не требует дорогостоящего оборудования или сложных процедур – достаточно просто добавить их в систему;
- многофункциональность: некоторые ингибиторы обладают мультифункциональностью, обеспечивая, например, защиту от коррозии, что снижает общие затраты на обслуживание системы.

Недостатки:

- стоимость: некоторые термодинамические ингибиторы могут быть дорогими, что ограничивает их внедрение;
- обратимость действия: их эффективность может снижаться при определенных условиях, например, при изменении температуры и давления;
- экологические аспекты: некоторые вещества могут иметь неблагоприятные экологические воздействия, что требует внимательного подхода к их использованию.

Примеры веществ, используемых в качестве термодинамических ингибиторов:

- метилциклопентанол (MCP): эффективный ингибитор для систем, где наблюдается необходимость предотвращения гидратообразования;
- гликоли (например, этиленгликоль и пропиленгликоль): используются для снижения точки замерзания и предотвращения гидратов;
- соли: некоторые солевые растворы могут также использоваться в качестве ингибиторов гидратообразования, что снижает вероятность образования кристаллов.

В целом выбор термодинамических ингибиторов гидратообразования зависит от конкретных условий эксплуатации, свойств транспортируемых сред и технических требований [5].

Кинетические ингибиторы гидратообразования замедляют или останавливают формирование гидратов на самой ранней стадии – стадии образования зародышей кристаллов.

Механизм действия ингибитора основан на связывании его полимерных цепей с поверхностью кристалла гидрата через водородные связи. Это приводит к тому, что кристалл растет вокруг полимера, образуя структуры с высокой кривизной. Такая конфигурация препятствует объединению мелких, неустойчивых скоплений гидратов, предотвращая образование крупных кристаллов.

Некоторые примеры кинетических ингибиторов гидратообразования: поливинилпирролидон (PVP), поливинилкапролактам (PVCap), VC-713.

Области применения кинетических ингибиторов гидратообразования – защита элементов наземной инфраструктуры от образования газовых гидратов. К таким объектам относятся, например, шлейфы газовых скважин, газосборные коллекторы.

Некоторые преимущества кинетических ингибиторов:

- эффективность при низких концентрациях: требуется небольшое количество ингибитора, что снижает общую стоимость обработки;
- экологически чистая технология: отсутствие необходимости регенерации отработанного раствора упрощает процесс и снижает воздействие на окружающую среду;
- оперативная регулировка: концентрация ингибитора может быть быстро изменена для оптимизации защиты в различных условиях;
- снижение логистических издержек: меньший объем требуемого ингибитора приводит к снижению затрат на транспортировку и хранение.

Недостатки, с которыми сталкиваются при использовании кинетических ингибиторов:

Газогидратная пробка в трубопроводе
Источник: Helen Gibbons USGS Pacific Coastal and Marine Science Center

Рис. 1. Теплоспутник

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №5(208) / 2025

– из-за повышения вязкости при более высоких концентрациях, содержание активного вещества в растворе не должно быть больше 2%;
– раствор замерзает при температуре, близкой к 0 °C, что делает его непригодным для использования в условиях низких температур, характерных для Крайнего Севера;
– совместимость с пластовой минерализованной водой и нестабильным конденсатом;
– существуют риски, связанные с недостаточной эффективностью ингибирования.

Горящий газогидрат в лаборатории
Источник: yarkoeplamya.ru

Для предотвращения образования гидратных пробок в трубопроводах используются также антиагломеранты (АА) – поверхностно-активные вещества, обычно на основе четвертичного аммония. Добавляемые в малых концентрациях (0,1–3,0% от объема водной фазы), они действуют как ингибиторы, предотвращая слипание кристаллов гидратов. Механизм их работы заключается в адсорбции на поверхности гидратов, что создает барьер, препятствующий их агрегации и росту. Это позволяет транспортировать многофазные потоки, содержащие газ, воду и нефть, в условиях, когда обычно образуются гидраты, без риска закупорки. АА являются более экономически выгодной альтернативой традиционным методам, таким как использование термодинамических ингибиторов и метанола. Существуют различные типы АА, включая четвертичные аммониевые и фосфониевые соли, а соединения на основе кокамидопропилдиметиламина демонстрируют особенно высокую эффективность

В качестве ингибиторов гидратообразования в настоящее время широко используются метанол, хлорид кальция и диэтиленгликоль (ДЭГ). Физико-химические параметры этих соединений приведены в таблице 1.

Ингибиторы гидратообразования предотвращают образование газовых гидратов, воздействуя на два ключевых аспекта процесса: они снижают активность воды, изменяя термодинамические условия, благоприятные для гидратообразования, и значительно замедляют скорость роста уже существующих гидратов [5].

В процессе подбора определённого ингибитора гидратообразования рекомендуется учитывать следующие аспекты [9]:
– геологические особенности, физические и географические характеристики, а также климатические особенности конкретного месторождения;
– природный газ, добываемый в промышленных масштабах, содержит не только парафиновые углеводороды, но и разнообразные примеси как неорганической, так и органической природы. К числу неорганических загрязнителей относятся так называемые «кислые газы», в частности, углекислый газ (CO_2) и сероводород (H_2S). Среди органических примесей существенную долю занимают серосодержащие соединения, такие как сероокcид углерода (CO_S), сероуглерод (CS_2), меркаптаны (RSH), тиофены и другие вещества, которые негативно влияют на качество газа и осложняют процессы его переработки и транспортировки;
– особенности дозирования ингибитора на технологические узлы ввода – автоматические методы управления и контроля процесса ингибирования;
– эффективность и практичность восстановления используемых ингибирующих жидкостей и определение наиболее подходящего метода для их регенерации;
– стратегии и подходы к обезвреживанию использованных смесей ингибиторов, непригодных для повторного использования.

Характеристика	Метанол	Хлорид кальция	Диэтиленгликоль (ДЭГ)
Внешний вид	Прозрачная жидкость	Белые кристаллы	Прозрачная вязкая жидкость
Температура замерзания, °C	минус 97,6	20%-ный раствор замерзает при минус 18,57 °C, 30%-ный – при минус 48 °C	минус 7,8
Температура вспышки, °C	6	-	124
Плотность, 20°C, г/см^3	0,792	2,15	1,118
Вязкость, 25°C, сПз (мПа·с)	0,544	-	35,6

Таблица 1. Характеристики ингибиторов гидратообразования

Согласно проведенному анализу зарубежных и отечественных исследований, было выявлено, что этим требованиям в той или иной степени отвечают: хлориды кальция и бария, метиловый спирт (метанол), гликоли – этиленгликоль(ЭГ), диэтиленгликоль (ДЭГ), триэтиленгликоль (ТЭГ), пропиленгликоль(ПГ), смеси гликолей с их эфирами и т. д.

На газодобывающих объектах широко используют метод инжектирования метанола (CH_3OH) в поток газа для предотвращения образования гидратов. В процессе смешивания с метанолом, влага, присутствующая в газе в виде пара и капель, образует с ним азеотропные смеси, что существенно понижает температуру их замерзания. Это приводит к абсорбции водяных паров в газе, эффективно снижая точку росы и препятствуя формированию гидратов. Введение метанола осуществляется обычно после первичных сепараторов под давлением, создаваемым разницей между давлением в высоконапорной скважине, к которой подсоединен резервуар с метанолом, и давлением в тех скважинах, куда метанол дозируется, и это давление составляет порядка 30–50 кгс/см^2[8]. Такой способ используют на газовых промыслах для борьбы с образованием гидратов.

Вечная мерзлота и газогидраты
Источник: АО «Мессояханефтегаз»

Гидратообразование в магистральных газопроводах и борьба с ним

С целью обеспечения нормальной эксплуатации магистрального газопровода, необходимо качественно осушать природный газ еще на промыслах. Если влага из газа удалена недостаточно тщательно, то существует риск образования газовых гидратов, которые могут нарушить работу системы.

На процесс гидратообразования оказывают влияние состав транспортируемой газовой смеси, концентрация воды, давление и температурный режим. Обязательным условием для существования гидратов является достижение температуры ниже точки росы, что приводит к фазовому переходу воды в жидкое состояние и образованию капельной влаги в газовой среде.

Ввиду нестабильности гидратов природных газов, любое нарушение термодинамического равновесия провоцирует их диссоциацию. В то же время, при поддержании стабильных термодинамических условий, гидратные образования могут сохраняться в газопроводной системе в течение продолжительного времени. Следовательно, для эффективного предотвращения образования гидратных пробок необходимо выявлять факторы, способствующие их формированию, и прогнозировать потенциальные зоны их скопления [10].

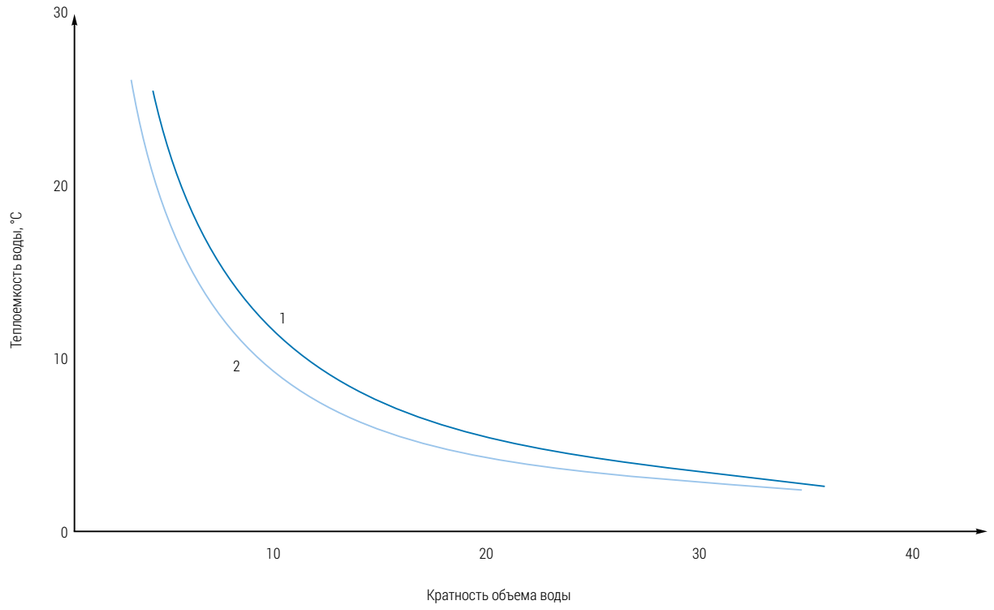
Согласно проведенному анализу литературы, можно выделить следующие способы борьбы с гидратами в магистральных трубопроводах:

1. Использование ингибиторов гидратообразования. Ввод метанола в газопровод производится через специальные отводы, интегрированные в конструкцию магистральных кранов. Закачка обеспечивается передвижной метанольной установкой. Слив метанола осуществляется гравитационным способом, с возможностью увеличения скорости за счет создания дифференциального давления на магистральном кране [11].

Операция инжекции метанола в газопровод с расходом 800 литров за 20 минут характеризуется высокой производительностью. Данный подход исключает потребность в использовании компрессоров высокого давления, что приводит к упрощению технологического процесса и снижению капитальных и эксплуатационных

Образование газогидратов в условиях вечной мерзлоты

Источник: Наталья Коллегова, Pixabay.сщь



1 – метан, 2 – природный газ с плотностью по воздуху 0,6

Рис. 2. Разложение гидратов метана и природного газа водой

затрат [11]. Основная сложность заключается в том, что для использования данного метода требуется предварительно внести изменения в конструкцию газопровода, установив специальные соединительные элементы. В качестве альтернативы метанолу, для предотвращения образования гидратов в газопроводах, может использоваться хлорид кальция ($CaCl_2$). Хлорид кальция выгодно отличается от метанола более низкой ценой, доступностью, а также безопасностью для здоровья и окружающей среды.

Однако использование растворов хлористого кальция для ингибирования гидратообразования в магистральных газопроводах затруднено логистическими сложностями, связанными с необходимостью применения специализированного оборудования для приготовления раствора. В связи с этим, данная технология не нашла широкого применения на трассах газопроводов. В то же время, хлористый кальций успешно используется для предотвращения и ликвидации гидратных пробок на газовых промыслах, в подземных хранилищах газа, а также в процессах осушки газа.

2. Метод разрушения гидратов с помощью снижения давления. Для ликвидации гидратной пробки в газопроводе используется метод депрессии. Сначала проблемный сегмент изолируется от основной системы. Затем, посредством продувочных линий, расположенных с обеих сторон от гидрата, осуществляется постепенный сброс давления в атмосферу. Ключевым моментом является плавное снижение давления, предотвращающее его резкие колебания. Контроль за процессом осуществляется с помощью манометров, установленных на кранах, и поддержания связи между операторами.

Метод одностороннего сброса давления между краном и пробкой был признан небезопасным из-за риска возникновения гидравлического удара. Неравномерное распределение давления могло привести к неконтролируемому перемещению пробки и, как следствие, к повреждению запорной арматуры. Снижение давления эффективно для разрушения гидратных пробок, сформировавшихся при положительных температурах, но неэффективно при отрицательных температурах.

3. Метод разрушения гидратов с помощью повышения температуры. Тер-

Методы	Преимущества	Недостатки
Осушка газа	Оптимизация гидравлического режима магистрального газопровода путем минимизации или устранения образования жидкостных пробок в пониженных участках линейной части	Высокая стоимость энергии, необходимой для регенерации, делает технологию экономически невыгодной для применения на промыслах
Снижение давления	Эксплуатация данного метода ограничена положительными температурами окружающей среды. Разложение гидратов может привести к скоплению жидких углеводородов в зоне продувки, что при последующем резком понижении температуры создает риск повторного гидратообразования	Регулярное применение этого метода при добыче газа недопустимо, так как он применим в ограниченных масштабах лишь для ликвидации уже образовавшихся гидратных пробок
Применение ингибиторов	Ввод ингибиторов на уже образовавшиеся отложения гидратов снижает давление паров воды, равновесие «гидрат – вода» нарушается, что приводит к разложению гидратов	Высокая стоимость некоторых ингибиторов, например, метанола, и требования техники безопасности при его применении
Термодинамические ингибиторы (метанол, его гомологи, гликоли и водные растворы солей)	Надёжность и эффективность, понятность в обслуживании, проверенный опыт применения	Высокие капитальные затраты, необходимость больших объёмов, токсичность, экологическая вредность, летучесть, солевыделение
Кинетические ингибиторы (водорастворимые полимеры с низкой молекулярной массой (500–1000) и концентрацией 0,5–3,0% масс. в добываемой воде и др.)	Низкие капитальные затраты, низкое содержание вещества (<1 мас.%), экологическая чистота, не токсичность, испытание в газовой системе	Ограниченное значение переохлаждения (<10 °C), зависимость от времени, специфическая система тестирования, осадки при более высокой температуре, ограниченный опыт работы в газовых системах
Растворы электролитов	Данные реагенты обеспечивают эффективное снижение равновесной температуры гидратообразования в газовой среде. Они характеризуются высокой степенью пожарной и взрывной безопасности, не обладают токсичными свойствами и, при использовании с соответствующими добавками, не оказывают коррозионного воздействия на оборудование. Возможность регенерации этих реагентов упрощает их применение, а также исключает необходимость в специальных условиях хранения и транспортировки	Проявляет высокую коррозионную активность и вызывает образование осадка (сульфатов и карбонатов кальция) при смешивании с пластовой минерализованной водой, что обуславливает необходимость использования специального оборудования для подготовки рабочего раствора
Подогрев	Простота и отсутствие необходимости использования сложной техники	Термическое воздействие на гидратную пробку с использованием теплоносителя характеризуется высоким энергопотреблением и низкой скоростью диссоциации гидрата

Таблица 2. Сравнительный анализ методов борьбы с газовыми гидратами

мическое разложение гидратов в газопроводе требует подвода определенного количества теплоты к месту их формирования. В качестве теплоносителя для доставки теплоты используется вода. Для эффективного разложения необходимо поддерживать температуру в зоне гидратообразования выше 0 °C. Объем воды, требуемый для разложения, варьируется в зависимости от типа гидрата, но, как правило, относительно невелик. Для оптимизации объема воды, используемого в процессе разложения гидратов природного газа, рекомендуется руководствоваться данными, представленными на рис. 2.

В ходе проведенных исследований был выполнен сравнительный анализ современных методов борьбы с газовыми гидратами, результаты которых представлены в таблице 2.

Заключение

В даной работе были выявлены основные причины гидратооборазования при различных технологических операциях, проведен анализ общих методов предупреждения и ликвидации гидратообразования. Выявлена причина гидратообразования в промысловых трубопроводах – сочетание компонентов углеводородного газа с водой при определенных «благоприятных для образования гидратов» термобарометрических условиях. Представлены факторы, обуславливающие образование гидратов в магистральных трубопроводах. Частичная или полная закупорка проходного сечения трубопровода гидратами может вызвать серьезные эксплуатационные осложнения и привести к крупным аварийным ситуациям.

Реагент специальной очистки Аминат К антигазогидрат *Источник: myblogovsem.ru*

Также в ходе проведенного анализа были выделены основные методы борьбы с гидратами, применяемые в настоящее время на различных этапах технологической цепочки добычи газа (сбор, подготовка, транспортировка, распределение), выделены преимущества и недостатки каждого метода и даны дальнейшие рекомендации по их применению.

Данные мероприятия помогут обеспечить безаварийность технологических процессов в условиях возможного гидратообразования и указывают на их актуальность для газовой промышленности России.

Использованные источники

1. *Дегтярев Б.В., Бухгалтер Э.Б. Борьба с гидратами при эксплуатации газовых скважин в северных условиях. – М.: Недра, 1976. – 198 с.*
2. *Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. М.: ООО "Недра Бизнесцент ", 1999. – 596 с*
3. *Истомин В.А. Предупреждение и ликвидация газовых гидратов в системах сбора и промысловой обработки газа, и нефти. М.: ВНИИЭгазпром, 1990. 214 с*
4. *Рекомендации по предупреждению гидратообразования на газовых промыслах Севера. Якутск: Якут. филиал СО АН СССР, 1977. 52 с.*
5. *Макогон Ю.Ф. газовые гидраты, предупреждение их образования и использование. – М.: Недра, 1985, 232 с.*
6. *Грунвальд А.В. Использование метанола в газовой промышленности в качестве ингибитора гидратообразования и прогноз его потребления в период до 2030 г. – ВНИИГАЗ/ Газпром, 2007. – 25с*
7. *Мусакаев Н.Г., Уразов Р.Р., Шагапов В.Ш. Динамика образования гидратов при транспортировке природного газа //Теплофизика и аэромеханика -2006 –Т.13, №2-С.295-302*
8. *Чухарева Н.В. Определение условий гидратообразования при транспорте природного газа в заданных технологических условиях эксплуатации промысловых трубопроводов: Методические указания / - Издательство НИ ТПУ, 2010. – 30 с.*
9. *Кэрролл Дж. Гидраты природного газа: справ. пособие / Пер. с англ. - М.: Премиум Инжиниринг, 2007. – 289 с.*
10. *СТО Газпром 2-2.1-249-2008. Стандарт организации. Магистральные газопроводы / ВНИИГАЗ. М„ 2009.*
11. *Механика образования гидратов в газовых потоках / Под ред. Бондарева Э.А. Новосибирск: Наука, 1976. – С.158*

Редакционная этика журнала

Редакция журнала «Энергетическая политика» стремится соответствовать самым высоким международным требованиям публикационной этики, которые распространяются на деятельность всех участников процесса публикации: редакторов, авторов и рецензентов.

Редакция журнала следует этическим стандартам международного Комитета публикационной этики (COPE). Они включают непредвзятость к материалам и авторам статей, обеспечение понятного и прозрачного процесса рецензирования, нераспространения неопубликованных материалов, сокрытие личных данных авторов и рецензентов при рецензировании. Редакционная коллегия признает и принимает ответственность за публикуемые материалы.

Рецензенты статей должны соблюдать правила научного этикета и формального общения. В случае невозможности проведения рецензирования, рецензент должен своевременно уведомить редактора. Рецензенты обязуются не передавать рецензируемые статьи или информацию о них третьим лицам.

Автор статьи гарантирует, что его статья не содержит плагиат, не была полностью или частично опубликована ранее в других изданиях и не будет опубликована в других изданиях до публикации в журнале, не нарушает авторских прав, товарных знаков, патента, законного права или имущественного права других лиц. В случае необходимости соответствия процесса публикации научных исследований внутреннему регламенту организации, текст статьи должен быть одобрен ответственным представителем организации.

Автор гарантирует, что текст статьи одобрен всеми членами авторского коллектива. Автор несёт ответственность за достоверность данных в предоставленной статье. В случае обнаружения ошибок и неточностей автор обязуется немедленно уведомить об этом редакцию журнала. В случае использования частей работ других авторов, результатов исследований, данных или графических материалов автор обязан делать ссылки на публикации, из которых это было заимствовано.

В случае несоблюдения или нарушения требований публикационной этики редколлегия журнала оставляет за собой право отклонить публикацию и не допускать работы данного автора к рассмотрению.

Уважаемые авторы!
С требованиями к оформлению и отправке статей,
а также с правилами рецензирования
вы можете ознакомиться по ссылке:
https://energypolicy.ru/redakcziya/

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Оформить подписку на журнал «Энергетическая политика» на 2025 год можно напрямую у издателя ООО «ГУ ИЭС». По вопросам подписки звонить по телефону +7 903 733 72 57. Стоимость подписки на полугодие (6 номеров) составит 13 200 рублей. В каждом номере – аналитические обзоры, авторские колонки, материалы научного и научно-прикладного характера. Будь в курсе основных направлений развития ТЭК!

energypolicy.ru

НАШИ ПАРТНЕРЫ

ИНТЕР РАО ЕЭС
энергия без границ

ПРОМЫШЛЕННО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

СИБИРСКАЯ ГЕНЕРИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЗАРУБЕЖНЕФТЬ

РОССЕТИ

ISSN 2409-5516

Источник фото на обложке:
manine99 /depositphotos.com