

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

ISSN 2409-5516

ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№1(204), январь 2025

РГАСНТИ 44.09.29



Тема номера

ЗАДАЧИ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ТРЕНДЫ 2025 ГОДА



Инфраструктурная
основа экономики
страны



ROSSETI_OFFICIAL

Подписывайтесь через
приложение Telegram
или QR-код



ROSSETI.RU



6-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ

RENWEX









«Энергосбережение,
зеленая энергетика
и электротранспорт»

ТЕПЕРЬ
В АПРЕЛЕ!

22–24 АПРЕЛЯ 2025

Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

КЛЮЧЕВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

-  Ветроэнергетика
-  Солнечная энергетика
-  Электротранспорт и зарядная инфраструктура
-  Водородная энергетика
-  Гидроэнергетика
-  Биоэнергетика, биогаз и твердое биотопливо
-  Микрогенерация
-  Энерго- и ресурсосберегающие технологии

12+



www.renwex.ru

Организатор



Под патронатом



Содержание

Слово редакторов

5 **В. Бушуев, А. Горшкова.** Гранат раздора

От первого лица

6 **А. Новак.** ТЭК России – надежность, устойчивость, развитие

Искусственный интеллект

14 **Д. Хитрых.** Верны ли прогнозы по увеличению потребления электроэнергии в России при внедрении технологий ИИ?

Энергетика

24 **В. Бутузов, В. Гришин.** Комбинированное энергоснабжение предприятия от региональной энергосистемы и собственных солнечной и газовой электрогенерациях

32 **И. Волкова, И. Долматов, М. Панова, Т. Радченко.** Развитие гидроэнергетики как импульс для региональной экономики

Регионы

42 **В. Андрианов.** Бей своих, чтоб чужие боялись: как политика Д. Трампа повлияет на ТЭК Латинской Америки?

Газ

58 **А. Лебедской-Тамбиев, Д. Фомин, А. Берберов.** Переработка газа в России: вектор движения

Энергопереход

72 **Д. Холкин, И. Чаусов.** Энергетика для новой промышленной революции



УЧРЕДИТЕЛЬ

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

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ

ФГБУ «РЭА» Министерства энергетики Российской Федерации

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

О. В. Жданев – д. т. н., ЦКТР ТЭК
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
А. И. Кулапин – д. х. н., ген. директор ФГБУ «РЭА» Минэнерго России
В. Г. Мартынов – к. г.-м. н., д. э. н., проф., ректор РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
А. М. Мастепанов – акад. РАН, 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. Стеников – акад. РАН, д. т. н., проф., директор ИСЭ им. Мелентьева СО РАН
Е. А. Телегина – член-корр. РАН, д. э. н., проф., декан фак-та РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина
С. П. Филиппов – акад. РАН, д. т. н., директор ИНЭИ РАН
А. Б. Яновский – д. э. н., к. т. н.

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:
127083, г. Москва, улица 8 марта, д. 12
+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: 25.01.2025

Contents

Editor's column

5 **V. Bushuev, A. Gorshkova.** The Garnet of Discord

In the first person

6 **A. Novak.** Fuel and Energy Complex of Russia – reliability, sustainability, development

Artificial intelligence

14 **D. Khitrykh.** How accurate are the forecasts for the increase in electricity consumption in Russia with the introduction of AI technologies?

Energy

24 **V. Butuzov, V. Grishin.** Combined power supply of the enterprise from the regional power system and its own solar, gas power generation

32 **I. Volkova, I. Dolmatov, M. Panova, T. Radchenko.** Hydropower development as a boost for regional economy

Regions

42 **V. Andrianov.** Beat your own to make strangers afraid: how will D. Trump's policy affect Latin America's energy sector?

Gas

58 **A. Lebedskoy-Tambiev, D. Fomin, A. Berberov.** Gas Processing in Russia: Movement Vector

Energy transition

72 **D. Kholkin, I. Chausov.** Energy for a New Industrial Revolution

16+

КЛЮЧЕВОЕ СОБЫТИЕ ОТРАСЛИ:

в центре внимания, в центре Москвы

ЕВРАЗИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ФОРУМ

www.oilandgasforum.ru

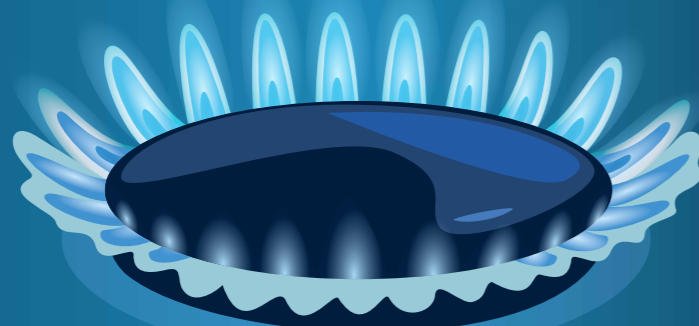
24-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
НЕФТЕГАЗ-2025



www.neftegaz-expo.ru

14–17 апреля 2025

Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»



12+

Реклама



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Минпромторг
России



ТЭК РФ



Виталий БУШУЕВ

Научный редактор журнала

«Энергетическая политика», акад. РАЕН и РИЭ, д. т. н.



Анна ГОРШКОВА

Главный редактор журнала

«Энергетическая политика»

Гранат раздора

Страны СНГ все активнее используют западные санкции против России для продвижения своего энергетического сектора. Более всего в этом преуспел, пожалуй, Азербайджан.

Не имея прямого выхода на европейский газовый рынок, Баку в течение последних 2 лет договорился о поставках газа сразу с несколькими странами ЕС. В итоге на данный момент Азербайджан уже заключил контракты с 10 странами Европы: Италией, Грецией, Болгарией, Румынией, Венгрией, Сербией, Словенией, Хорватией, Словакией и Северной Македонией. Да, 7 из этих соглашений пока не предполагают фиксированных объемов закупки, тем не менее они позволяют Баку закрепиться на европейском рынке.

Кроме того, с 2023 г. Азербайджан более чем в 6,6 раза увеличил закупки рос-

сийской нефти. В 2024 г. импорт сырья из России превысил 1,53 млн т. Российская нефть идет на переработку внутри страны, а вот свое «черное золото» Баку стал активно продавать на премиальном европейском рынке.

Аналогичная картина происходит и с закупками топлива. В 2024 г., несмотря на наличие собственных НПЗ, Азербайджан увеличил импорт российского бензина в 6 раз, до 102,5 тысяч т. И почти на такой же объем снизил собственное производство топлива.

Фактически, Россия сейчас оказалась в ситуации, когда создает себе сильнейшего конкурента своими же руками. И если ограничения Евросоюза будут однажды сняты, то традиционные и доступные ранее рынки сбыта для России могут оказаться заняты товаром дружественной сегодня страны.

Александр НОВАК
Заместитель председателя Правительства РФ

DOI 10.46920/2409-5516_2025_01204_6

EDN: ANBZZL

ТЭК России – надежность, устойчивость, развитие

В последние годы российская экономика демонстрирует способность успешно развиваться, несмотря на внешние шоки. Прошлый год также завершился с положительной динамикой по ключевым показателям. По предварительным данным, рост ВВП составил около 4%. С 2020 по 2024 гг. экономика выросла почти на 13%. Основным драйвером выступили инвестиции – их рост составил более 37% и промышленность – вложения в это направление возросли почти на 16%. Топливо-энергетический комплекс остается ключевым сектором промышленности и одним из наиболее привлекательных направлений для инвестиций. Доля ТЭК в ВВП составляет порядка 20%, объем инвестиций по итогам прошлого года – 10,5 трлн руб. Отрасли энергетики продолжают надежно снабжать граждан и отрасли народного хозяйства энергоресурсами, выполнять экспортные обязательства и вносить весомый вклад в решение стратегических задач, поставленных Президентом РФ перед отечественной экономикой.



Россия сохраняет статус ведущего производителя нефти в мире. Добыча нефти по итогам 2024 г. составила 516 млн т, экспорт – 240 млн т

Нефтяная отрасль

Добыча нефти по итогам 2024 г. составила 516 млн т, экспорт – 240 млн т. Наша страна сохраняет статус одного из ведущих производителей нефти в мире и является ключевым участником многолетнего соглашения об ограничении добычи нефти между странами ОПЕК+, что позволяет оперативно реагировать на изменения рынка и обеспечивать баланс спроса и предложения. Кроме того, сделка положительно сказывается на доходах нашей страны. За счет роста цен на российскую нефть доля нефтегазовых доходов в федеральном бюджете в 2024 г. составила порядка 30%.

Продолжилась работа по восполнению минерально-сырьевой базы, что является

одной из ключевых задач нефтяной отрасли. В рамках реализации крупнейшего проекта по добыче нефти «Восток Ойл» идет опытно-промышленная разработка Пайяхского, Ичемминского и Байкаловского месторождений, ведутся работы на магистральном нефтепроводе «Ванкор – Пайяха – Бухта Север», готовится логистическая инфраструктура для наращивания грузооборота по Северному морскому пути.

Стартовало развитие Чонского кластера – крупнейшей группы участков в Восточной Сибири с геологическими запасами свыше 1,7 млрд т нефти и 500 млрд м³ газа, которые относятся к трудноизвлекаемым. Реализация проекта обеспечит долгосрочные поставки углеводородов на перспективные рынки Азиатско-Тихоокеанского региона.

Продолжилось совершенствование фискальной системы для повышения эффективности нефтедобычи, в том числе ТРИЗ. С прошлого года недропользователи запасов вязкой и сверхвязкой нефти получили возможность применять режим НДД, если на добычу такой нефти приходится не менее 70% годового объема. Перевод таких месторождений на НДД обеспечит инвестиционную привлекательность и рентабельность разработки и тем самым позволит вовлечь в оборот новые ресурсы, что увеличит поступления в бюджетную систему и сохранит занятость граждан в регионах.

В 2024 г. успешно завершена реализация федерального проекта «Технологии освоения трудноизвлекаемых углеводородов», цель которого – создание рентабельных технологий разведки и добычи нетра-





Установка КПГ22. Ачимовские залежи Уренгойского месторождения

Источник: «Газпром»

диционных запасов углеводородов. Проект был реализован в Ханты-Мансийском автономном округе для освоения баженовской свиты. За период реализации проекта эффективность добычи ТРИЗ выросла в 3 раза (затраты на освоение в 2024 г. сократились до 8,5 тыс. руб. за тонну по сравнению с 30 тыс. руб. за тонну в 2017 г.).

В рамках реализации проекта в России был впервые запущен технологический полигон для разработки технологий геологического изучения, разведки и добычи ТРИЗ, на котором было построено более 50 высокотехнологичных скважин для испытания оптимальных технологий освоения баженовской свиты и проведено более 1000 операций высокорасходного гидроразрыва пласта. Благодаря проведенным на полигоне работам был импортозамещен целый ряд технологий, многие из которых имеют широкий потенциал адаптации и применения и для других ТРИЗ, включая ачимовские и тюменские отложения.

Завершены отраслевые испытания первого отечественного флота для гидравлического разрыва пласта. Проект позволит начать серийное производство нового комплекса оборудования для главного метода повышения нефтеотдачи.

В приоритете остается надежное обеспечение внутреннего рынка. Стабильно высокие объемы переработки нефти и модернизация нефтеперерабатывающих мощностей позволили гарантировать бесперебойное снабжение внутреннего рынка высококачественными нефтепродуктами.

Первичная переработка нефти в прошлом году составила 266,5 млн т. При этом глубина переработки превысила значения 2023 г. и составила 84,4%. Значительно увеличилось производство топлива высшего экологического класса К5 относительно 2016 г. (когда он начал действовать в России): бензина – на 10,5%, до 41,1 млн т, дизельного топлива – на 25,9%, до 81,6 млн т.

Для насыщения внутреннего рынка нефтепродуктами, стабилизации ценовых биржевых индикаторов до уровня инфляции и сохранения устойчивой ситуации на внутреннем топливном рынке в прошлом году вводился временный запрет на экспорт бензина.

Кроме того, в 2024 г. Правительство Российской Федерации скорректировало критерии учета объемов топлива класса 5 для продажи на биржевых торгах. Продажа на бирже топлива дает незави-

симым автозаправочным станциям возможность приобретать его по рыночным ценам, такой подход снижает риск монопольного ценообразования. Объем торговли нефтепродуктами и рядом продуктов переработки нефти и газа на Санкт-Петербургской международной товарно-сырьевой бирже (АО «СПбМТСБ») достиг рекорда и составил почти 37,2 млн т, что на 20% выше 2023 г.

Ключевой задачей отрасли также остается реализация всех заявленных проектов Плана развития газо- и нефтехимии России на период до 2030 г., что позволит увеличить обеспеченность внутреннего рынка отечественными крупнотоннажными полимерами и эффективно реализовать экспортный потенциал.

Газовая отрасль

В газовой отрасли наблюдается восстановление добычи после снижения прошлых лет, что связано с растущим спросом на внутреннем рынке, развитием нефтегазохимии, увеличением экспортных поставок газа.

По итогам 2024 г. добыча газа достигла порядка 685 млрд м³ (+7,6% к 2023 г.). Экспорт трубопроводного газа прибавил 15,6% и составил более 119 млрд м³, экспорт СПГ вырос на 4%, до порядка 47,2 млрд м³.

Продолжается развитие производственной базы, в частности развиваются добычные проекты Ямальского центра

Газопровод «Сила Сибири»

Источник: «Газпром»



В 2024 г. добыча газа выросла на 7,6% и достигла 685 млрд м³. Экспорт трубопроводного газа прибавил 15,6% и составил более 119 млрд м³, экспорт СПГ вырос на 4%, до 47,2 млрд м³

газодобычи. Стартовала добыча газа на Северо-Часельском месторождении с годовым уровнем добычи более 3 млрд м³ природного газа и 0,1 млн т газового конденсата. Начата промышленная добыча углеводородов на участке ачимовских залежей Уренгойского месторождения в ЯНАО. Новый производственный комплекс обеспечит ежегодную поставку до 5 млрд м³ газа и 1,5 млн т конденсата.

В рамках Восточной газовой программы продолжилось развитие газотранспортной инфраструктуры. Ведется реализация первоочередного этапа проекта «Система магистральных газопроводов «Восточная система газоснабжения» – строительство газопровода «Белогорск – Хабаровск». Он соединит газопроводы «Сила Сибири» и «Сахалин – Хабаровск – Владивосток».

Наращиваются поставки газа в Восточном направлении. С 1 декабря прошлого года суточные поставки российского газа в Китай по газопроводу «Сила Сибири» досрочно выведены на максимальный контрактный уровень в 38 млрд м³ в год. По итогам 2024 г. поставки газа по газопроводу превысили контрактные годовые обязательства «Газпрома». Активно идет реализация проекта поставок российского газа в Китай по дальневосточному маршруту. Ввод газопровода в эксплуатацию запланирован на 2027 г.

На завершающей стадии находится строительство Амурского газоперерабатывающего завода, который является важным звеном технологической цепочки поставок российского газа в Китай по газопроводу «Сила Сибири». Четвертая технологическая линия предприятия была запущена летом 2024 г., а в 2025 г. завод выйдет на полную проектную мощность.

Одновременно продолжается развитие в России производства сжиженного природного газа (СПГ). Идет реализация проектов строительства крупнотоннажных производств, в частности комплекса по переработке этаносодержащего газа в поселке Усть-Луга. По итогам 2024 г. статус готовности комплекса составил 46%. После завершения строительства, он станет вторым по величине в мире.

Особое внимание по поручению Президента РФ сосредоточено на социальной газификации регионов России. На конец 2024 г. уровень газификации Российской Федерации составил 74,7% (на начало 2024 г. – 73,8%). В прошлом году сетевой газ подведен к границам более 303 тыс. участков. Продолжается переход на сетевой газ котельных медицинских и образовательных учреждений. По поручению Президента РФ в программу включены садовые некоммерческие товарищества (СНТ). С жителями СНТ уже заключено почти 23 тыс. договоров.

В рамках работы по расширению использования газа в качестве топлива продолжается государственная программа по субсидированию строительства газозаправочной инфраструктуры и переводу транспорта на метан. Успешно реализована запущенная в 2023 г. программа субсидирования производственной и заправочной инфраструктуры сжиженного природного газа.

На стадии согласования находится проект распоряжения Правительства Российской Федерации об утверждении Концепции развития рынка газомоторного топлива в России на период до 2035 г., целевой сценарий которой предусматривает увеличение потребления с 2,19 млрд м³ в 2023 г. до 15,4 млрд м³ в 2035 г., в т. ч. объемы потребления КППГ возрастут до 8,4 млрд м³, а СПГ – до 5 млн т.

Угольная промышленность

Добыча угля в 2024 г. составила порядка 443,5 млн т. На экспорт было поставлено 196,2 млн т. Поставки твердого топлива на внутренний рынок в 2024 г. составили около 178 млн т.

В 2024 г. продолжилась реализация проектов по угледобыче, а также развитию экспорта угля. Для увеличения поставок в перспективном Восточном направлении реализуется проект строительства порта

«Эльга» и Тихоокеанской железной дороги, которые полноценно заработают уже в текущем году.

Продолжается работа над повышением экологичности угольных производств. В 2025 г. ключевой задачей станет совершенствование системы статистической отчетности в сфере экологической безопасности в отрасли. Предусматривается внесение изменений в правила проведения рекультивации и консервации земель в части уточнения сроков отчетности по рекультивации по этапам технической и биологической рекультиваций.

Развивается биржевая торговля углем, востребованность которой среди участников рынка растет. В 2024 г. на площадке СПБМТСБ было реализовано 1,34 млн т угля, что более чем в 5 раз превышает показатель 2023 г. (262,6 тыс. т).

Электроэнергетика

Производство электроэнергии в 2024 г. увеличилось на 2,9% и достигло рекордных 1 198,3 млрд кВт·ч. В отрасли продолжается активное обновление инфраструктуры. В прошлом году введено около 1,7 ГВт генерирующих мощностей. В эксплуатацию введены 3 энергоблока ТЭС «Ударная» в Краснодарском крае общей мощностью 562 МВт. В состав генерирующего оборудования третьего энергоблока станции вошла первая отечественная газовая тур-

ТЭС «Ударная» в Краснодарском крае
Источник: ИнфоТЭК / dzen.ru



Эльгинское месторождение угля

Источник: sakhamedia.info

бина большой мощности ГТД-110М, которая уже начала поставку электроэнергии на оптовый рынок.

В числе приоритетных задач – удовлетворение перспективного спроса на электроэнергию, потребление которой будет расти одновременно с опережающим развитием экономики. Для обеспечения дальнейшей надежной работы энергосистемы утверждены Схема и Программа развития электроэнергетических систем России на 2025–2030 гг., а также Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2042 г., которая включает ввод новых объектов как традиционной, так и возобновляемой, и атомной энергетик, а также модернизацию генерирующего оборудования.

Для повышения надежности электросетевого комплекса в прошлом году был принят закон о системообразующих территориальных сетевых организациях (СТСО), которые созданы в каждом регионе и выполняют функцию единого оператора по организации надежного функционирования объектов электросетевого хозяйства, в том числе при необходимости ликвидируют последствия аварийных ситуаций.

Модернизированы и построены новые подстанции в Тульской, Свердловской областях, Республике Саха (Якутия), Краснодарском крае, Кузбассе и ряде других регионов, что способствует повышению надежности энергосистем. На Дальнем Востоке в экстремально сложных природно-климатических условиях Арктики введена в эксплуатацию вторая линия электропередачи «Певек – Билибино». В декабре прошлого года состоялся ввод основных объектов электроснабжения второго этапа расширения Восточного полигона железных дорог, что позволит увеличить грузопоток

Добыча угля в 2024 г. составила порядка 443,5 млн т. На экспорт было поставлено 196,2 млн т. Поставки твердого топлива на внутренний рынок в 2024 г. составили около 178 млн т

Производство электроэнергии в 2024 г. увеличилось на 2,9%, до рекордных 1198,3 млрд кВт·ч. В отрасли идет активное обновление инфраструктуры, введено около 1,7 ГВт генерирующих мощностей

и обеспечить электроснабжением новых крупных промышленных потребителей.

Для повышения доступности энергетической инфраструктуры в прошлом году приняты изменения в законодательство, которые предусматривают сокращение количества документов при подаче заявки на технологическое присоединение и повышение прозрачности расчета за услугу, упрощение подключения для домовладений в СНТ, а также для инвесторов на территории особых экономических зон (ОЭЗ).

Утверждена нормативно-правовая база, которая позволила с 1 января 2025 г. включить энергосистемы Республики

Коми и Архангельской области в состав первой ценовой зоны оптового рынка электроэнергии и мощности, а объединенную энергосистему Востока – в состав второй ценовой зоны. Одной из предпосылок к распространению конкурентного ценообразования на территории неценовых зон стала задача привлечения инвестиций в модернизацию и строительство новой генерации для удовлетворения растущего спроса на электроэнергию.

В прошлом году была также внедрена целевая модель управления спросом, благодаря которой повышается энергоэффективность функционирования энергосистемы за счёт создания экономических стимулов для потребителя. Уже проведены 3 конкурсных отбора, при этом их динамика носит положительный характер.

Важным законодательным изменением стал закон о регулировании майнинга цифровой валюты, в соответствии с которым был введен запрет на майнинг в отдельных регионах со сложной режимно-балансовой ситуацией в электроэнергетике, например, там, где прогнозируется дефицит электроэнергии и мощности в осенне-зимний отопительный период. Кроме того, определены особенности технологического присоединения и энергоснабжения для майнинга.

Центр управления добычей «Газпром нефти» в Муравленко

Источник: gazprom-neft.ru



Кольская ВЭС
Источник: pxhere.com

Продолжилось развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В 2024 г. в эксплуатацию были введены новые крупные объекты ВИЭ, среди которых первые проекты, реализованные по результатам конкурсных отборов в рамках государственной программы поддержки ДПМ ВИЭ 2.0 – это 5 солнечных электростанций общей установленной мощностью почти 300 МВт в Республиках Бурятия и Калмыкия, Забайкальском крае и Астраханской области. На сегодняшний день установленная мощность объектов ВИЭ в России составляет порядка 8,3 ГВт.

С прошлого года запущена национальная система сертификации происхождения электроэнергии в отношении низкоуглеродной энергетики, к которой относятся объекты генерации на основе использования ВИЭ, включая большие ГЭС, а также атомная генерация.

Продолжилась работа по развитию водородной энергетики, инфраструктуры для электротранспорта. Набирает обороты работа по цифровизации – топливно-энергетический комплекс занимает 3 место среди отраслей экономики по уровню готовности к внедрению искусственного интеллекта, а также ведущую роль во внедрении принципов наилучших доступных технологий в отраслях ТЭК. По итогам 2024 г. более 66% полученных комплексных экологических разрешений составляют объекты ТЭК.

Особое внимание сосредоточено на достижении технологического суверенитета российской энергетики. С этого года начинается реализация нацпроекта «Новые атомные и энергетические технологии», который направлен на расширение присутствия России на международном рынке атомных и смежных разработок, поставки отечественного оборудования предприятиям ТЭК.

В мае прошлого года при Минэнерго России сформирован новый научно-технический совет (НТС) по вопросам научно-технологического развития топливно-энергетического комплекса, задача которого – создание и внедрение критически важных технологий для наукоемких областей ТЭК.

Наша страна активно вовлечена в международную энергетическую повестку. На протяжении всего 2024 г. Россия председательствовала в БРИКС, уделяя особое внимание укреплению сотрудничества в сфере энергетической безопасности, углублению взаимодействия по обмену технологиями и инновациями, развитию научно-исследовательской деятельности платформы энергетических исследований стран БРИКС. Благодаря российскому вкладу продвигалась единая позиция альянса по необходимости сбалансированного подхода к развитию отраслей ТЭК, учета национальной специфики и обеспечения стабильности и безопасности энергосистем в контексте климатической повестки, недопустимости противоправных односторонних барьеров для торговли и инвестиций в ТЭК, что препятствует достижению целей устойчивого развития, а также российский подход к понятию справедливого энергетического перехода, который нашел свое отражение в ряде итоговых документов.

В 2024 г. была продолжена работа по энергетическому треку в рамках ШОС, «Группы двадцати», АСЕАН, ЭСКАТО ООН, ФСЭГ, ОПЕК, IRENA, а также развивалось двустороннее энергетическое сотрудничество.

Российский топливно-энергетический комплекс в прошлом году продолжил уверенное развитие – надежно обеспечивал внутренние потребности в энергоносителях, сохранил роль гаранта мировой энергетической безопасности, стал важным звеном в реализации национальных целей развития, которые поставил Президент РФ.

Верны ли прогнозы по увеличению потребления электроэнергии в России при внедрении технологий ИИ?

How accurate are the forecasts for the increase in electricity consumption in Russia with the introduction of AI technologies?

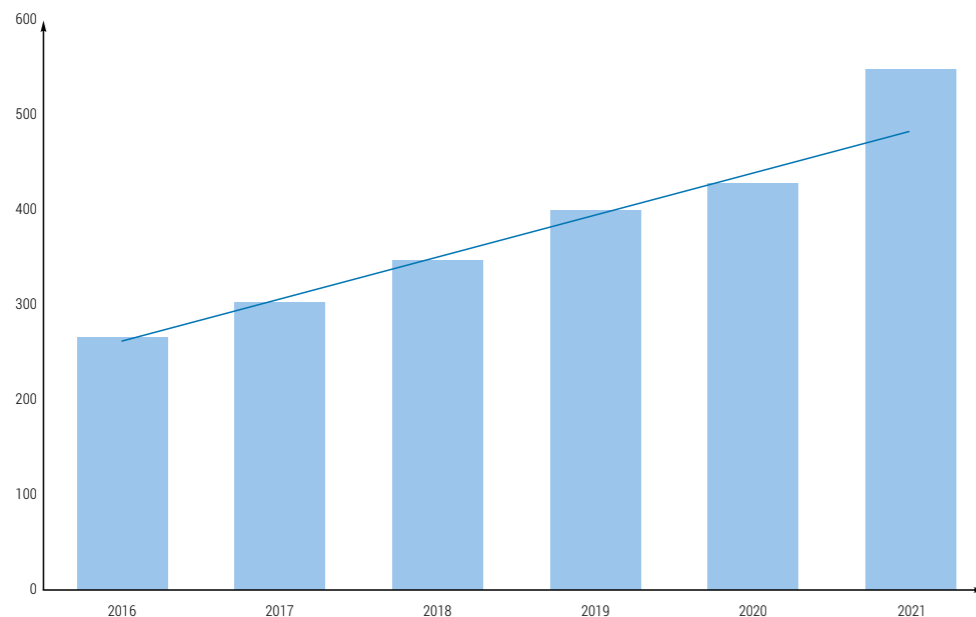
Денис ХИТРЫХ

Технический директор – директор по НИОКР, АО «Моделирование и цифровые двойники» (АО «МЦД»), к. т. н.
E-mail: anna.gorshik@yandex.ru

Denis KHITRYKH

Technical Director – Director of R & D, JSC «Modeling and Digital Twins», Ph.D.
E-mail: anna.gorshik@yandex.ru

Рис. 1. Объем рынка искусственного интеллекта Российской Федерации [1]



Аннотация. В последние годы СМИ бьют тревогу о росте потребления электроэнергии, связанного с развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ). Автор разбирается в статье, насколько оправданы эти страхи, коррелирует ли рост рынка ИИ с ростом потребления электроэнергии в России и как сам ИИ может повысить энергоэффективность.
Ключевые слова: искусственный интеллект, энергопотребление, центры обработки данных, повышение энергоэффективности.

Abstract. In recent years, the media have been sounding the alarm about the growth of electricity consumption associated with the development of artificial intelligence (AI) technologies. The author examines in the article how justified these fears are, whether the growth of the AI market correlates with the growth of electricity consumption in Russia, and how AI itself can improve energy efficiency.

Keywords: artificial intelligence, energy consumption, data centers, improving energy efficiency.



Объем финансирования развития рынка ИИ в России до 2030 г. составит порядка 140 млрд руб., из которых 29 млрд будет выделено из бюджета

Нейросети завоевывают рынок

Нейросети и генеративные сервисы существуют больше десятилетия, но никогда прежде они еще не вызывали такого колоссального интереса у общества. Почти все пользователи интернета если не попробовали с ними поработать, то по крайней мере сталкивались с плодами их деятельности.

В 2021 г. произошел резкий рост российского рынка искусственного интеллекта. Темпы роста составили 28%, что является самым высоким показателем за 5 последних лет. При этом темпы роста российского рынка ИИ в 2021 г. в 6 раз превысили темпы роста ВВП России (рис. 1) [1].

В 2022 г., даже несмотря на санкции, введенные странами ЕС и США, уход

из страны ряда зарубежных IT-компаний, а также ограничение доступа к иностранным сервисным программным продуктам, российский рынок ИИ вырос на 24%. Доли иностранных игроков были заняты локальными компаниями, а проблемы с оборудованием урегулированы за счет изменения цепочек закупок и переориентации на азиатских поставщиков [2].

Внедрение искусственного интеллекта в нашей стране продолжает набирать обороты. Сегодня в России существуют генеративные нейросети, которые могут конкурировать с зарубежными аналогами. Это в первую очередь разработки Сбера и Яндекса – GigaChat, YandexGPT, Шедеврум и Kandinsky. [3]. По количеству больших генеративных моделей мы уже занимаем 4 место в мире [4].

В 2023 г. объем российского рынка ИИ достиг 650 млрд руб. По оценкам Минцифры, ожидаемый объем финансирования развития данного сектора до 2030 г. составит порядка 140 млрд руб., из которых 29 млрд будет выделено из бюджета [5]. По данным Министерства экономического развития РФ, обнародованным в марте 2024 г., Россия входит в топ-10 стран по объему совокупных вычислительных мощностей с использованием искусственного интеллекта. А уровень внедрения ИИ в приоритетных направлениях экономики составляет 31,5% [6].

Технологии искусственного интеллекта меняют экономику так быстро и радикально, что многие традиционные отрасли сталкиваются с необходимостью адаптации или даже полного пересмотра своих бизнес-моделей. Компании, которые смо-



Пользователь работает с Шедеврум

Источник: VadimVasenin / depositphotos.com

гут быстро интегрировать ИИ в свои процессы, получают значительное конкурентное преимущество. Автоматизация рутинных задач, улучшение качества обслуживания клиентов, персонализация продуктов и услуг – лишь некоторые из возможностей, которые открывает ИИ. В то же время, растут и опасения относительно последствий такого стремительного развития рынка, в частности, распространяются данные о колоссальном потреблении электроэнергии системами ИИ.

С чем связаны опасения?

Опасения по поводу увеличения энергопотребления в России с внедрением технологий искусственного интеллекта связаны с несколькими факторами:

Мощные вычисления. Современные системы ИИ, особенно те, которые используют глубокое обучение, требуют значительных вычислительных ресурсов. Это связано с необходимостью обработки больших объемов данных и использования сложных моделей, что, в свою очередь, ведет к увеличению энергопотребления серверов и дата-центров (на что конкретные системы искусственного интеллекта

тратят электроэнергию, мы рассмотрим более подробно в следующем блоке).

Развитие дата-центров. С увеличением использования облачных технологий и сервисов ИИ, число дата-центров возрастает. Эти центры, работающие круглосуточно, нуждаются в большом количестве электроэнергии для обработки данных и охлаждения оборудования.

По данным Международного энергетического агентства (МЭА), к 2026 г. энергопотребление центров обработки данных, используемых для обработки запросов ИИ, достигнет 1000 ТВт·ч, что примерно эквивалентно общему потреблению Японии [7]. Что же говорит статистика по России?

Тенденция роста спроса на электроэнергию со стороны ЦОДов в России также существует, подтверждает директор направления дата-центров компании Selectel Илья Михайлов [8]. Согласно оценке аналитической компании BusinesStat, за 2018–2022 гг. рынок ЦОД в России вырос более чем в 2,5 раза, до 87,4 млрд руб. По расчётам компании, в России работает более 80 коммерческих дата-центров, крупнейшие из которых: центр «Ростелекома», IXcellerate, DataPro, Selectel [9].

Автоматизация и интеллектуальные системы. Внедрение ИИ в различных отраслях, таких как промышленность, транспорт и энергетика, может привести к созданию более сложных и энергоёмких систем. Например, автономные транспортные средства и роботы требуют постоянного учета и обработки данных в реальном времени.

Рост потребления в быту. С развитием ИИ в быту, например, в умных домах или персональных ассистентах, может быть создан дополнительный спрос на электроэнергию, что также подпитывает опасения об увеличении общего энергопотребления.

Экономические факторы. В условиях растущей глобальной конкуренции, компании могут быть вынуждены инвестировать в более мощные и энергоёмкие технологии, чтобы оставаться конкурентоспособными, что также может привести к увеличению потребления электроэнергии.

Аналогии с майнингом криптовалют. Проблема влияния на энергосистему майнинговых центров актуальна для всего мира, в том числе и для России. В 2022 г. майнинг одного только биткоина требовал 127 ТВт·ч электроэнергии в год – больше, чем общее потребление некоторых довольно крупных экономик [10]. Потребление

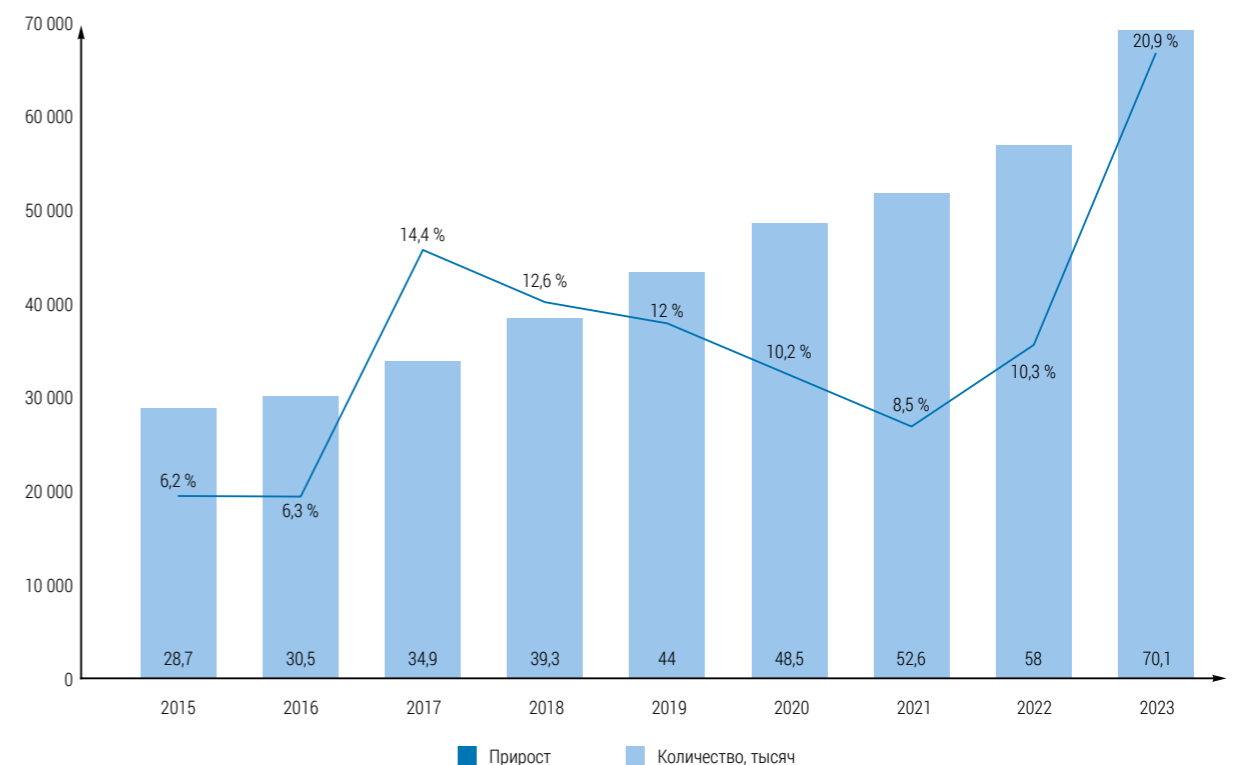
Внедрение искусственного интеллекта в нашей стране продолжает набирать обороты. Сегодня в России существуют генеративные нейросети, которые могут конкурировать с зарубежными аналогами

электроэнергии майнерами криптовалют в РФ в 2023 г. достигло 1,5 ГВт. Как эксперты, так и обыватели опасаются того, что с массовым внедрением технологий ИИ история повторится. Поэтому к разработке ИИ сейчас особо пристальное внимание именно в свете энергопотребления [6].

Сочетание этих факторов наводит на мысли о том, что с интеграцией ИИ в различные сферы жизни и бизнеса в России, энергопотребление может значительно возрасти, что, в свою очередь, вызывает озабоченность по поводу устойчивости энергосистемы и экологического воздей-

Рис. 2. По итогам 2023 г. в России в коммерческих ЦОДах было введено 70 100 стойко-мест, что на 20,9% больше, чем годом ранее

Источник: iKS-Consulting



Россия входит в топ-10 стран по объему совокупных вычислительных мощностей с использованием ИИ. А уровень внедрения ИИ в приоритетных направлениях экономики составляет 31,5%

ствия. Рассмотрим чуть более подробно, из чего складываются энергозатраты при использовании технологий ИИ, какие именно операции в этом задействованы.

На что ИИ тратит электроэнергию?

Энергозатраты при использовании технологий искусственного интеллекта складываются из нескольких ключевых компонентов:

1. Обработка данных.

Вычисления. Модели ИИ, особенно те, которые требуют глубокого обучения (например, нейронные сети), требуют значительных вычислительных ресурсов. Это означает использование мощных процессоров (в том числе графических GPU), которые активно потребляют электроэнергию во время обучения и инференса (предсказания).

По данным Goldman Sachs, для обработки запроса ChatGPT требуется почти в 10 раз больше электроэнергии, чем для обычного поиска информации в Google [8].

Хранение данных. Для обучения моделей ИИ требуется хранение больших объемов данных, что также требует энергии для работы серверов и систем хранения.

2. Тренировка моделей.

Тренировка. Процесс обучения моделей ИИ может быть очень энергозатратным, особенно если модель требует множества этапов обработки больших наборов данных. Чем больше и сложнее модель, тем больше энергии потребуется для ее обучения.

Так, в 2021 г. тренировка модели GPT-3 от OpenAI, которая выполнялась на 175 млрд параметров, потребовала 1,287 ГВт·ч электроэнергии – примерно

столько же, сколько потребляют 130 домов в США за целый год [10].

3. Контроль и тестирование.

Валидация и тестирование. После обучения модели требуется проводить ее тестирование и валидацию, что также включает вычисления и, следовательно, потребление энергии.

4. Развертывание.

Инфраструктура. Энергозатраты связаны с поддержанием серверов, дата-центров и облачной инфраструктуры, на которых размещаются и работают ИИ-приложения.

Непрерывная работа. Многие ИИ-системы работают в режиме реального времени, требуя постоянных вычислительных ресурсов и, следовательно, постоянного энергопотребления.

5. Охлаждение.

Для поддержания работоспособности и надежности вычислительных систем необходимо охлаждение, что также требует значительного количества энергии для кондиционирования воздуха и поддержания оптимальных температурных режимов в дата-центрах.

6. Передача данных.

Сетевые затраты. Передача данных между серверами, дата-центрами и пользователями также требует энергии, особенно если речь идет о больших объемах данных.

Каждый из этих факторов вносит свой вклад в общие энергозатраты, что делает

Работа с ChatGPT

Источник: Irmago / depositphotos.com

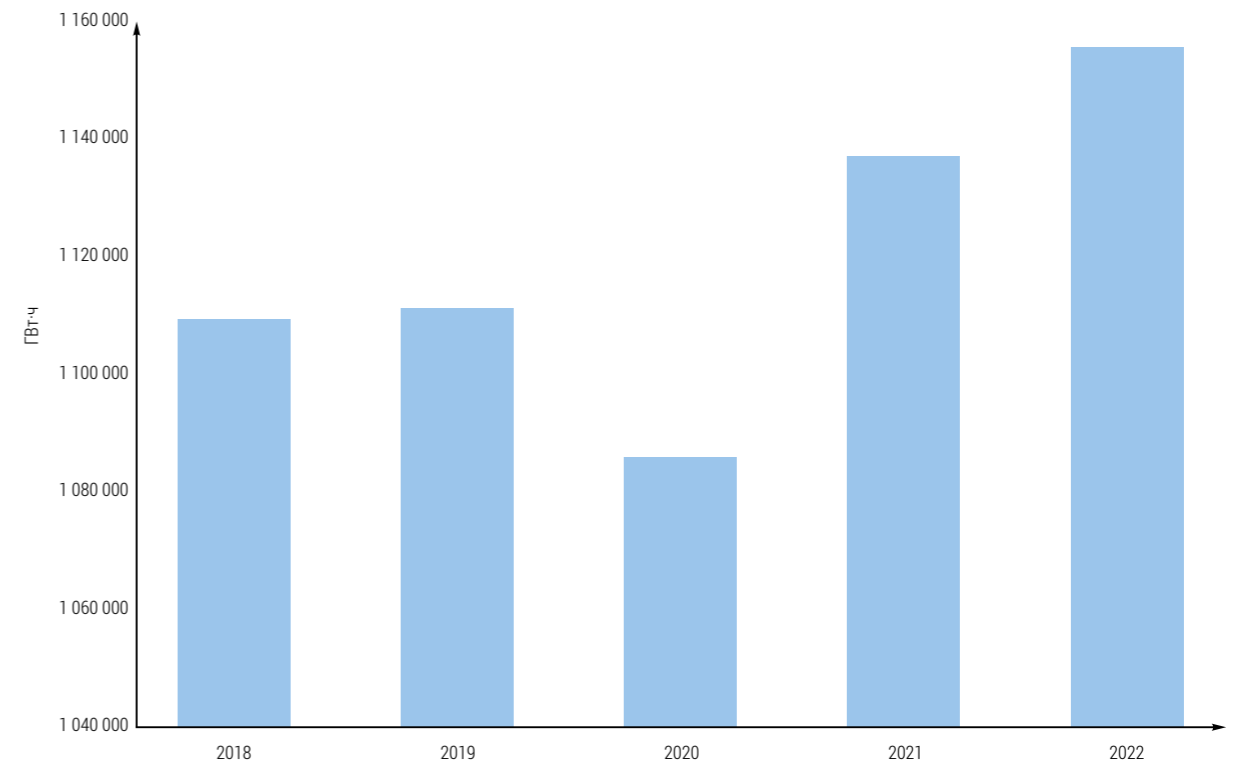
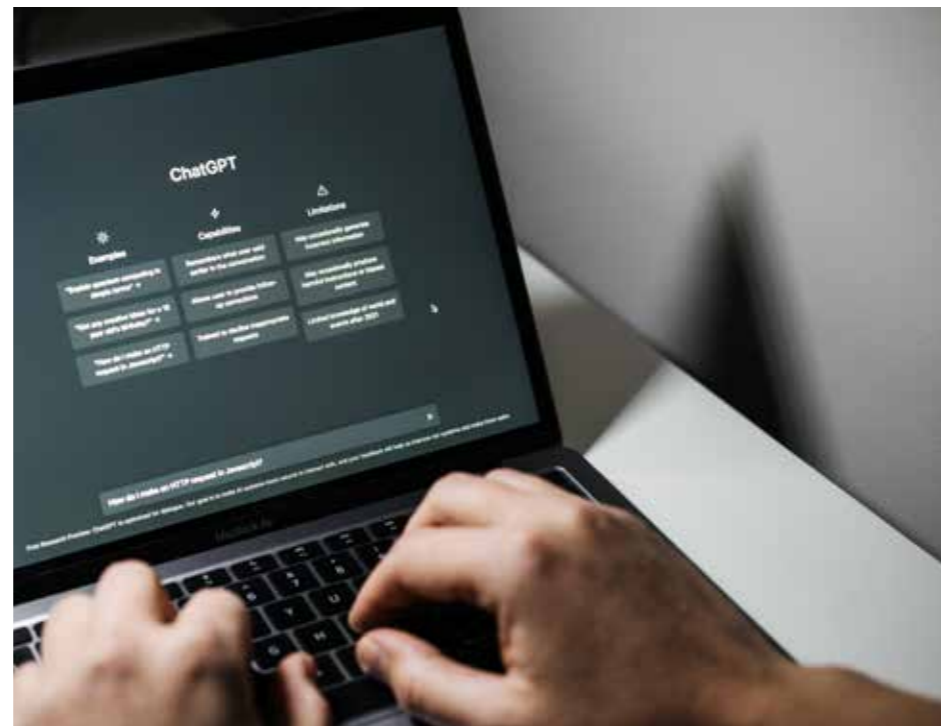


Рис. 3. Потребление электроэнергии в Российской Федерации

Источник: ЕМИСС [12]

вопрос энергоэффективности особенно важным при внедрении технологий ИИ.

Но это все только теория и общие размышления. Чтобы понять, ведет ли внедрение технологий искусственного интеллекта в России к росту энергопотребления, обратимся к реальным цифрам статистики.

Сколько энергии потребляет Россия?

В последние годы энергопотребление в России демонстрирует стабильный рост. В 2022 г. было произведено 1,14 трлн кВт·ч электроэнергии, при этом объем потребления составил 1,12 трлн кВт·ч. Этот показатель остался неизменным и в 2023 г., что свидетельствует о сбалансированном развитии энергосистемы страны.

Прогнозы на будущее также указывают на увеличение спроса на электроэнергию. Ожидается, что максимум потребления электрической мощности в 2025 г. будет на уровне 172,9 тыс. МВт, что означает прирост примерно на 2,17% по сравнению с текущими показателями. В 2026 г. этот показатель может достигнуть 176,5 тыс. МВт, увеличившись еще на 2,06%.

Среднегодовой темп прироста потребления электроэнергии на уровне 2,04%

говорит о постепенном увеличении нагрузки на энергетическую систему. Такой рост обусловлен не только экономическим развитием, но и некоторыми глобальными факторами. Например, в 2021 г. существенный прирост потребления электрической энергии был связан со снятием пандемийных ограничений, которые оказали влияние на экономику в предыдущие годы.

В целом, за период с 2018 по 2024 г. среднегодовой прирост потребления электроэнергии составлял 1,22%, что подчеркивает устойчивую динамику роста энергопотребления в стране. Как отмечает вице-премьер России Александр Новак, это говорит о поступательном развитии экономики, увеличении деловой активности и создании новых рабочих мест [11].

Как видим, рост энергопотребления в России действительно присутствует. Однако вопреки прогнозам, он остается достаточно стабильным.

Как отметил директор Центра исследований в электроэнергетике Высшей школы экономики Сергей Сасим, отечественная энергосистема продолжает оставаться «совокупно профицитной». Даже на долгосрочном горизонте планирования до 2042 г. суммарный запас генерирующей мощности составляет более 45 ГВт.



Цифровизация производства

Источник: reewungjunerr / depositphotos.com

Так что, как отметил С. Сасим, российская энергосистема в целом способна обеспечить развитие экономики с учетом и промышленного потребления, и внедрения искусственного интеллекта, который, к слову, и сам в идеале должен повысить эффективность всех процессов [2].

Оптимизация энергопотребления

По данным Международного энергетического агентства, энергопотребление дата-центров (без учета майнинга криптовалюты) растет медленнее, чем интенсивность их использования. И в 2022 г. на них пришлось всего около 1–1,3% мирового потребления электричества. В том числе благодаря тому, что ИИ применяется для оптимизации энергопотребления и энергосбережения [9].

Как заявил директор института искусственного интеллекта Университета «Иннополис» Рамиль Кулеев, потребление энергии продолжит расти, но нужно сделать несколько оговорок. В некоторых задачах применение ИИ позволяет существенно сократить затраты, в том числе и энергии. Например, институт ИИ Университета «Иннополис» разрабатывает модели ИИ

для поиска материалов с заданными свойствами, альтернатива такому методу – расчет электронной структуры систем многих частиц с помощью суперкомпьютеров, что требует намного больше энергии, а ИИ-подход можно реализовать на домашнем компьютере [10].

Вот еще несколько способов, как ИИ может помочь в сокращении энергозатрат:

Автоматизация управления энергией.

Например, в умных зданиях датчики собирают информацию о температуре, освещении и присутствии людей. На основе этих данных ИИ регулирует системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, а также освещение, обеспечивая комфорт и снижая энергозатраты.

Прогнозирование спроса и предложения.

ИИ-модели могут анализировать исторические данные, погодные условия, экономические факторы и другие параметры для точного прогнозирования потребления энергии. Это позволяет энергетическим компаниям оптимизировать производство и распределение энергии, снижая риски дефицита или излишков.

Повышение энергоэффективности промышленности. Анализ данных о работе оборудования с помощью искусственного интеллекта позволяет выявлять неэффек-

тивные участки, прогнозировать необходимость технического обслуживания и внедрять энергосберегающие технологии. Это не только снижает затраты на энергию, но и повышает общую производительность предприятий.

Создание энергосберегающих алгоритмов. Например, инженеры американской технологической компании BitEnergy AI создали алгоритм, сокращающий расход энергии приложениями искусственного интеллекта на 95%. Новый алгоритм позволяет заменить операции умножения с плавающей точкой на простые операции сложения целых чисел [13].

Работа в этом направлении ведется, в том числе и среди наших соотечественников. Сокращать энергопотребление искусственного интеллекта можно разными методами, например, путем квантования или снижением объема вычислительных ресурсов для задач ИИ. Научные исследования показывают, что современные «облегченные» модели на основе 4.6-битных нейронных сетей практически не уступают традиционным по эффективности, а работают на 40% быстрее. Разница в энергоэффективности выходит колоссальная [14].

Такие новые технологии, как оптические и нейроморфные ускорители, также

Исследователи продолжают экспериментировать с методами сокращения, квантования и дистилляции для создания компактных моделей ИИ, которые работают все быстрее и энергоэффективнее

помогают уменьшать энергопотребление. К примеру, недавно российские специалисты разработали первую в мире нейроморфную программную технологию для оптимизации энергопотребления вычислительных систем. Этот подход позволяет существенно снизить затраты электроэнергии на выполнение сложных задач ИИ и одновременно повысить эффективность обработки данных.

Новейшая разработка базируется на принципах нейроморфного моделирования, вдохновленного биологическими системами. В отличие от классических компьютеров, где обработка данных и их

Презентация новой энергоэффективной системы DeepSeek обрушила рынок

Источник: MamunSheikh / depositphotos.com



хранение разделены, нейроморфные архитектуры объединяют эти функции, что позволяет значительно сократить энергозатраты. Созданное в России программное обеспечение превосходит аналогичные спайковые нейронные сети на 15%, предлагая более быстрые и экономичные решения [15].

Гибридные вычисления, объединяющие процессоры, графические процессоры и квантовые системы, также позволяют системам ИИ работать в разы эффективнее. С помощью этих технологий можно создавать инновационные среды, которые значительно расширят возможности обработки данных. В результате мы увидим ускорение развития новых приложений и решений в разных отраслях.

Выводы

Год от года энергопотребление увеличивается, как в России, так и в мире. Развитие новых энергоёмких технологий, включая технологии искусственного интеллекта, вносят свой вклад. Однако дело обстоит вовсе не так критично. Даже в мировом масштабе с 2010 по 2018 гг. количество вычислительных ресурсов увеличилось на 550%, ёмкость хранилищ в крупных дата-центрах возросла на 2400%, а потребление энергии дата-центрами увеличилось всего на 6% [16]. Прямой зависимости уровня потребляемой электроэнергии от уровня развития и внедрения ИИ нет, и причин тому несколько.

Во-первых, за счет оптимизации и совершенствования технологий потребление энергии для нужд ИИ остается примерно на одном уровне. А улучшение ИИ-моделей и аппаратного обеспечения ведет к повышению их производительности и КПД.

Кроме того, ИИ не только потребляет энергию, но и помогает оптимизировать и сокращать ее потребление на различных объектах. Так, в России искусственный интеллект уже используется для оптимизации добычи нефти и газа, мониторинга состояния оборудования и прогнозирования потребления энергии. Развиваются возобновляемые источники энергии, где ИИ помогает управлять энергосистемами и повышать их эффективность [3].

По оценке Ассоциации участников отрасли ЦОД, пока развитие искусственного интеллекта несущественно влияет на ситуацию с энергопотреблением ЦОДов в России. Массового спроса и потребления отрасль пока не видит, но технически к этому готова [17].

Очевидно, что улучшения в аппаратном и программном обеспечении будут продолжать снижать рост энергопотребления искусственного интеллекта. Производители чипов будут разрабатывать более эффективные графические процессоры для использования в технологиях искусственного интеллекта. Исследователи продолжают экспериментировать с методами сокращения, квантования и дистилляции, чтобы создавать более компактные модели ИИ, которые работают быстрее и энергоэффективнее при минимальных потерях точности.



Проекция ИИ

Источник: AndrewLozovyi / depositphotos.com

Использованные источники

1. Гурьянов А. И., Гурьянова Э. А. Анализ рынка искусственного интеллекта Российской Федерации // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2023. № 3. С. 61–71.
2. Анализ рынка коммерческих дата-центров в России в 2018-2022 гг., прогноз на 2023-2027 гг. в условиях санкций. BusinesStat [Электронный ресурс]. URL: https://businesstat.ru/images/demo/data_centers_russia_demo_businesstat.pdf (дата обращения: 22.11.2024).
3. «Рынок порешает»: состояние российского рынка ИИ в 2024 г. и тренды его развития // Искусственный интеллект Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://ai.gov.ru/mediacenter/rynok-poreshaet-sostoyanie-rossiyskogo-rynka-ii-v-2024-godu-i-trendy-ego-razvitiya/> (дата обращения: 30.11.2024).
4. Мурашко рассказал о развитии ИИ в медицине // «РИА Новости» [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20240313/ii-1932760631.html> (дата обращения: 29.11.2024).
5. Белая книга цифровой экономики 2023 // АНО «Цифровая экономика», Минцифры [Электронный ресурс]. URL: https://files.data-economy.ru/Docs/White_Paper__2023.pdf (дата обращения: 29.11.2024).
6. В Минэнерго рассказали, сколько потребили энергии майнеры в 2023 г. // «РИА Новости» [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20230911/energopotreblenie-1895440996.html> (дата обращения: 01.12.2024).
7. Гуреева Ю., Тихонов С. Развитие искусственного интеллекта требует все больше энергии: чем это грозит? // Российская газета [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2024/03/19/pishcha-dlia-uma.html> (дата обращения: 22.11.2024).
8. Кораблева А. Интеллекту нужны электростанции // Эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://expert.ru/tehnologii/intellektu-nuzhny-elektrostantsii/> (дата обращения: 25.11.2024).
9. Мигунов Д. Здоровое питание: сколько энергии нужно искусственному интеллекту? // Известия [Электронный ресурс]. URL: <https://iz.ru/1530069/dmitrii-migunov/zdorovoe-pitanie-skolko-energii-nuzhno-iskusstvennomu-intellektu> (дата обращения: 25.11.2024).
10. Энергопотребление в России в 2023 г. составило 1,14 трлн кВт·ч // ТАСС [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/19814169> (дата обращения: 01.12.2024).
11. Потребление электроэнергии в Российской Федерации // ЕМИСС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43277> (дата обращения: 01.12.2024).
12. Башкатова А. Локальная нехватка электрогенерации в России и мире может запутать нейросети // Независимая газета [Электронный ресурс]. URL: https://www.ng.ru/economics/2024-10-28/1_9124_ai.html (дата обращения: 22.11.2024).
13. Новиков А. Ученые нашли способ радикально сократить энергопотребление ИИ // Газета.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2024/10/14/24143491.shtml> (дата обращения: 01.12.2024).
14. Trusov A., Limonova E., Nikolaev D., et al. 4.6-Bit Quantization for Fast and Accurate Neural Network Inference on CPUs, MDPI [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/12/5/651> (дата обращения: 27.11.2024).
15. Создан первый в мире нейроморфный софт для решения проблемы энергопотребления ИИ // ТАСС [Электронный ресурс]. URL: https://nauka.tass.ru/nauka/22525771?utm_source=hi-tech.mail.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=hi-tech.mail.ru&utm_referrer=hi-tech.mail.ru (дата обращения: 01.12.2024).
16. Castro D., Rethinking Concerns about AI's Energy Use, Center for Data Innovation [Электронный ресурс]. URL: <https://www2.datainnovation.org/2024-ai-energy-use.pdf> (дата обращения: 01.12.2024).
17. Повышенные нагрузки. Как развитие ЦОД влияет на энергопотребление в России? // «СБЕР Про» [Электронный ресурс]. URL: <https://sber.pro/publication/povishennii-nagruzki-kak-razvitie-tsod-vliyaet-na-energopotreblenie-v-rossii/> (дата обращения: 22.11.2024).

Комбинированное энерго-снабжение предприятия от региональной энергосистемы и собственных солнечной и газовой электрогенерациях

Combined power supply of the enterprise from the regional power system and its own solar, gas power generation

Виталий БУТУЗОВ
Профессор, д. т. н., Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина
E-mail: ets@nextmail.ru

Vitaly BUTUZOV
Professor, Doctor of Engineering Sciences, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin
E-mail: ets@nextmail.ru

Виталий ГРИШИН
Генеральный директор ООО «ВИСТ ЭНЭРДЖИ»
E-mail: ets@nextmail.ru

Vitaly GRISHIN
General Director of VIST ENERGY LLC
E-mail: ets@nextmail.ru

Рис. 1. Общий вид предприятия с размещением ФЭМ на кровлях цехов



Аннотация. На примере одного из крупнейших винодельческих предприятий Краснодарского края показана техническая возможность и окупаемость собственной электрогенерации на основе газопоршневых и солнечных установок (ГПУ и СЭС) общей установленной мощностью, заявленной от региональной энергосистемы 2000 кВт с сокращением ее доли до 12,2%. Представлены результаты работы предприятия в 2022 г. с обеспечением базовых нагрузок от двух ГПУ расчетной мощностью 2400 кВт и круглогодичной работы СЭС установленной мощностью 1000 кВт. ГПУ автоматизированы по экспорту/импорту электропотребления от энергосистемы. Описана круглогодичная работа фотоэлектрических модулей (ФЭМ) с размещением их на кровлях производственных зданий и подключением через инверторы к существующим трансформаторным подстанциям (ТП). Представлен энергобаланс предприятия в 2022 г. с суммарным электропотреблением 9,6 МВт·ч, в том числе с выработкой ГПУ – 7,2 МВт·ч, СЭС – 1,4 МВт·ч. Поступления из энергосистемы сократились до 1,2 МВт·ч при сроке окупаемости СЭС в 4,5 года.

Ключевые слова: электрогенерация, региональная энергосистема, газопоршневые установки (ГПУ), солнечная электростанция (СЭС), фотоэлектрические модули (ФЭМ), инверторы, энергобаланс, графики производства и потребления.

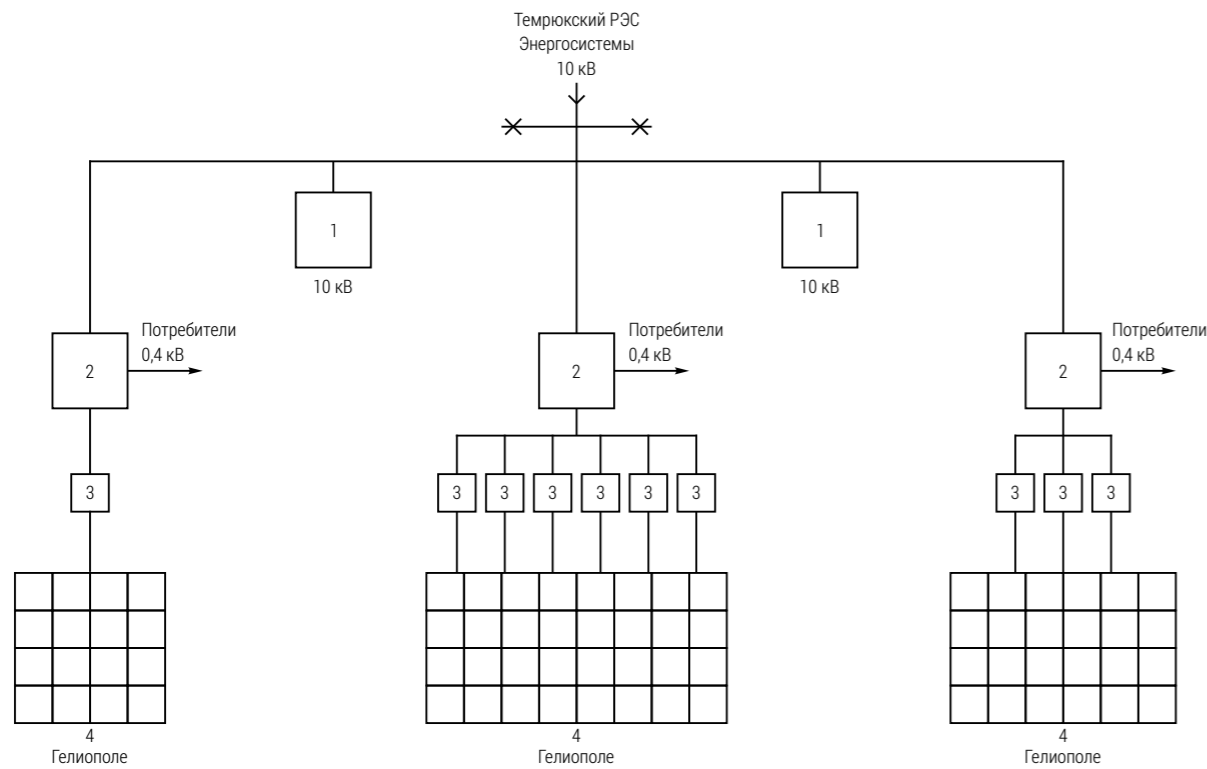
Abstract. The technical feasibility and payback of its own power generation based on gas piston and solar units (GPU and SES) with a total installed capacity of 2000 kW declared from the regional power system with a reduction of its share to 12.2% are shown using the example of one of the largest wine-making enterprises of the Krasnodar Territory. The results of the enterprise's operation in 2022 are presented, providing base loads from two GPUs with an estimated capacity of 2400 kW and year-round operation of the SES with an installed capacity of 1000 kW. The GPUs are automated for export/import of electricity consumption from the power system. The year-round operation of photovoltaic modules (PVM) is described, with their placement on the roofs of industrial buildings and connection via inverters to existing transformer substations (TS). The energy balance of the enterprise in 2022 is presented with a total power consumption of 9.6 MW h, including the generation of GPU – 7.2 MW h; SPP – 1.4 MW h. Revenues from the power system decreased to 1.2 MW h with a payback period of SPP 4.5 years.

Keywords: electricity generation, regional energy system, gas piston units (GPU), solar power plant (SPP), photovoltaic modules (PVM), inverters, energy balance, production and consumption schedules.

Энергоснабжение крупнейшего винодельческого предприятия Краснодарского края с установленной электрической мощностью 2000 кВт обеспечивается от Темрюкского района электрических сетей «Россетей» Кубани (основной источник) и от собственных солнечных электростанций установленной мощностью 1500 кВт и двух газопоршневых установок с расчетной электрической (2400 кВт) и тепловой (2380 кВт) мощностями. На рис. 1 представлен общий вид предприятия с размещением солнечных электростанций на кровлях производственных зданий.

Электроснабжение от электросетей района электрических сетей осуществляется от четырех трансформаторных подстанций (ТП) – 10/0,4 кВт (рис. 2). К питающим фидерам района электрических сетей на напряжение 10 кВ подключены две газопоршневые электростанции TCS2020 V12 с расчетной электрической (1200 кВт) и тепловой (1190 кВт) мощностями каждая. На кровлях цехов смонтированы фотоэлектрические модули с установленной мощностью 1500 кВт.

Генподрядчик проекта – ООО «Вист Энэрджи» (Краснодар), имеющий



- 1 – газопоршневые установки TCS2020V12 (2 шт.);
 2 – трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ (4 шт.);
 3 – инверторы ФЭС;
 4 – фотоэлектрические станции.

Рис. 2. Принципиальная схема электроснабжения предприятия

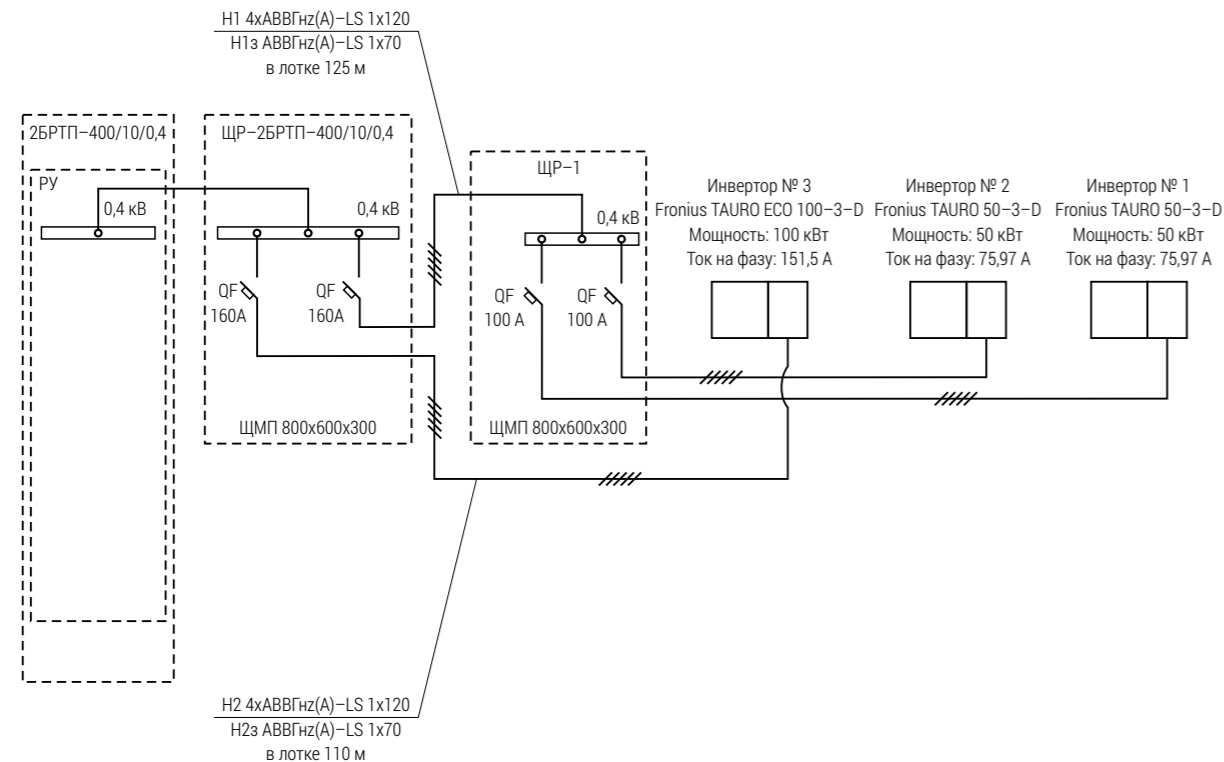


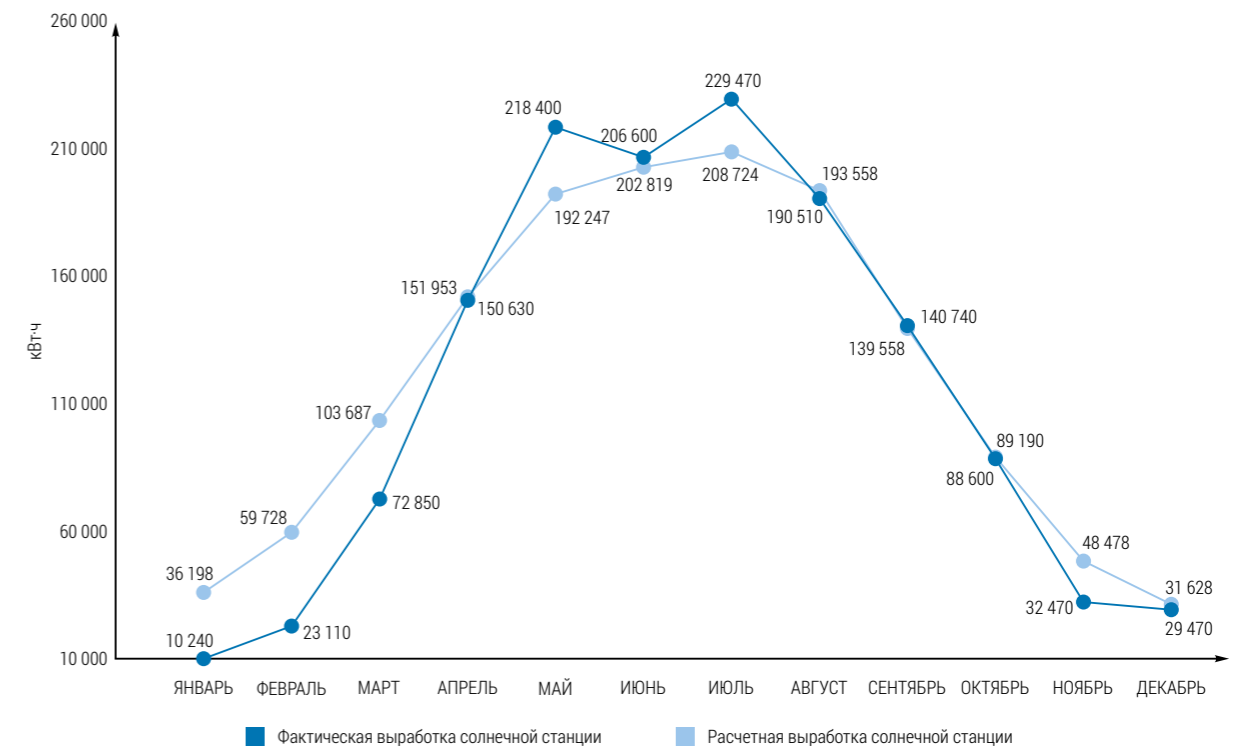
Рис. 3. Структурная схема электроснабжения инверторов гелиополей № 1–3

10-летний опыт строительства солнечных станций общей мощностью 7000 кВт, был определен по результатам тендера с участием 18 компаний. При многообразии типов и поставщиков фотоэлектрических модулей на российском рынке приоритет был отдан модулям одного из ведущих мировых производителей китайской фирмы Jinko Solar. Учитывались их энергетические характеристики, надежность при многолетней эксплуатации, цена. При монтаже применялись следующие модификации модулей Tiger: JKM 440M-72 HLM-V; JKM 445M-72 HLM-V и JKM470M-7RL3-V. Фотоэлектрические модули установлены на кровлях производственных зданий с покрытием из металлопрофилей под углом 10° к горизонту (углы наклона кровель). Фотоэлектрические модули скомпонованы в 18 гелиополей, в каждом из которых в зависимости от мест размещения смонтированы от 128 до 308 модулей. Подключение гелиополей к ТП выполнено через инверторы австрийской фирмы Fronius International GmbH. На рис. 3 приведена структурная схема электроснабжения инверторов гелиополей № 1–3.

Тепловая энергия ГПУ летом используется для горячего водоснабжения, а зимой – для отопления зданий. Основные сложности были при работе в островном режиме при переменных нагрузках производства и работе СЭС

На рис. 4 представлены графики расчетной и фактической выработки электрической энергии солнечных электростанций в 2022 г. Расчеты выполнялись по программе Photovoltaic geographical information system (URL: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP). В январе 2022 г. работала I очередь солнечных электростанций (смонтирована в 2021 г.) с установленной мощностью 500 кВт, а с марта по декабрь ее мощность была увеличена до 1000 кВт (II очередь). Существенное расхождение значений фактической и расчетной производительности солнечных электростанций в январе

Рис. 4. Графики расчетной и фактической выработки электрической энергии СЭС в 2022 г.



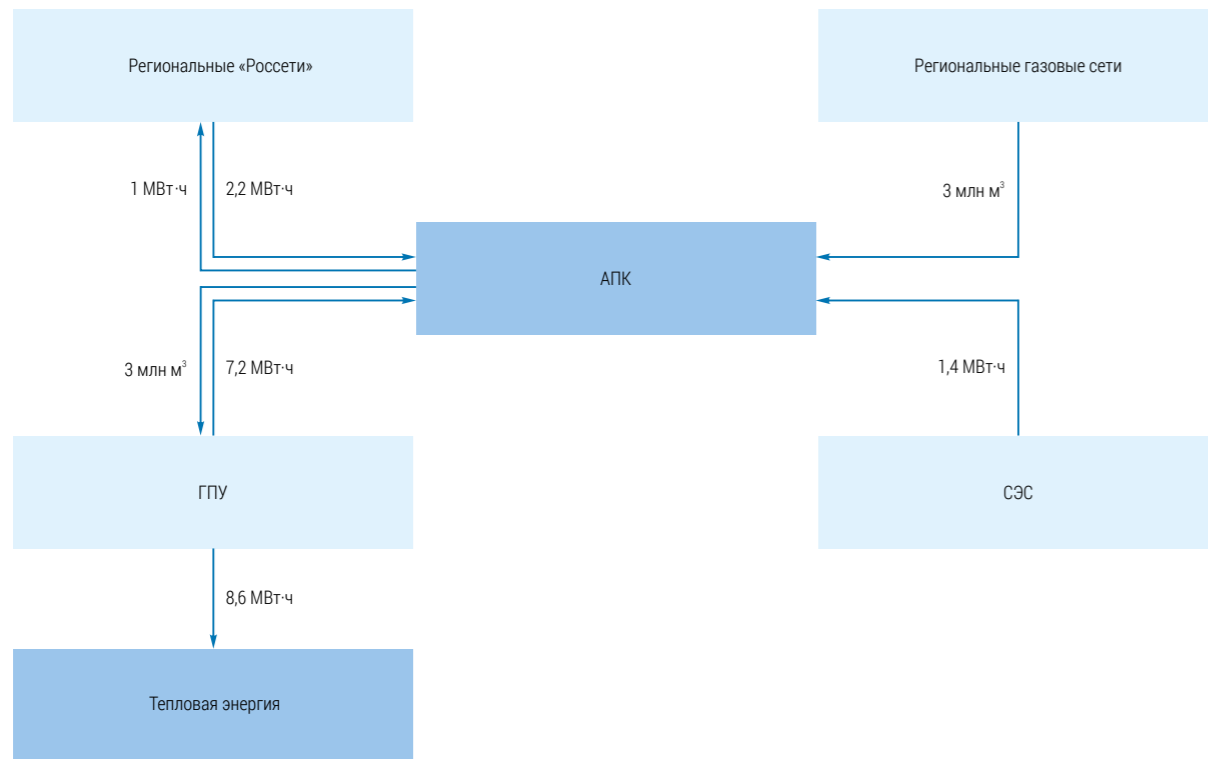


Рис. 5. Энергобаланс предприятия в 2022 г.



Рис. 7. Суммарный график электрических нагрузок в 2022 г.

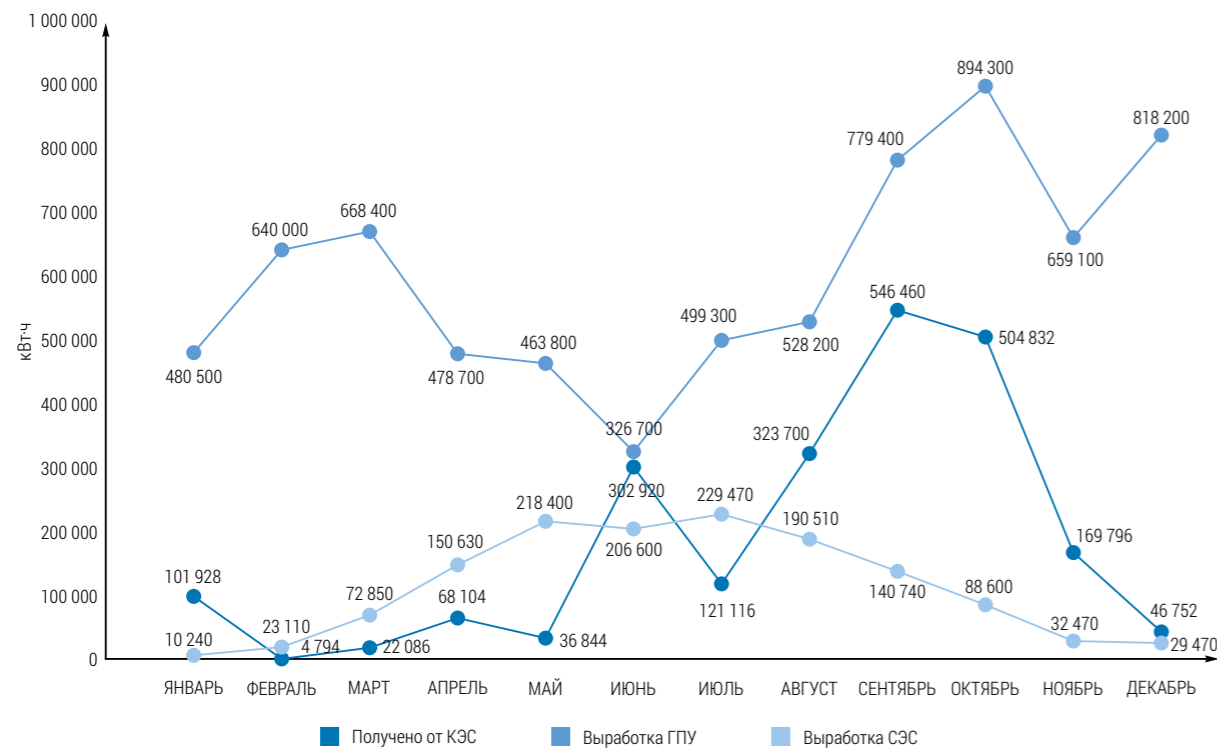


Рис. 6. График производства и потребления электрической энергии в 2022 г.

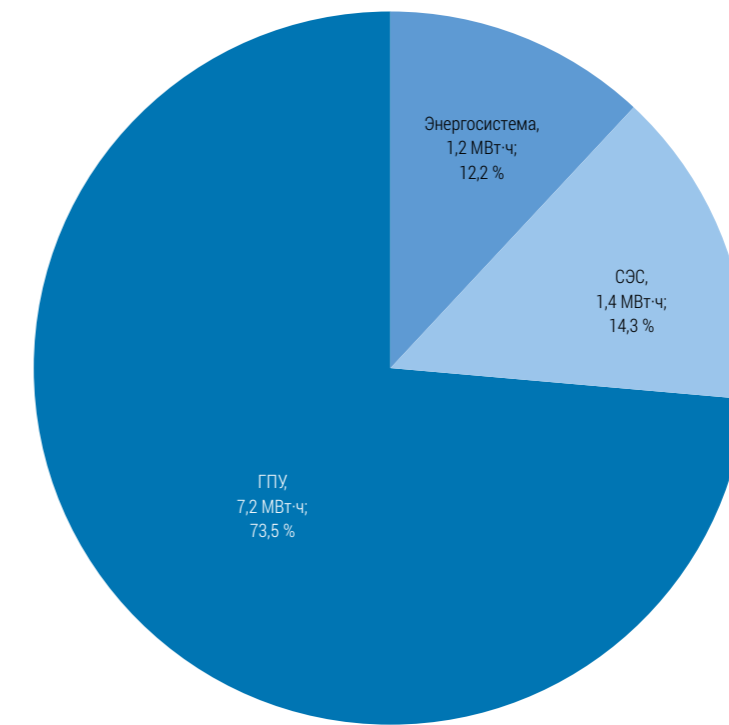


Рис. 8. Структура и доли производства, потребления электрической энергии в 2022 г.



Солнечные панели на виноградниках

Источник: elementelectric.com

и феврале объясняется проблемами освоения нового оборудования, а некоторое превышение солнечной радиации летом 2022 г. над среднестатистической – общеклиматическим трендом. В 2023 г. была смонтирована III очередь солнечных электростанций мощностью 500 кВт.

Для совместной работы энергосистемы, газопоршневых установок и солнечных электростанций фирмой «Вист Энэрджи» была разработана и смонтирована станция автоматического управления на основе контроллеров генераторных установок фирмы Deif

ГПУ работают совместно с энергосистемой в автоматическом режиме по заданному значению экспорта/импорта электрической энергии с остановкой одной машины при снижении мощности до 300 кВт

(Дания) и метеостанции фирмы Fronius. Станция обеспечивает работу в 2 режимах: «энергосистема – газопоршневые установки – солнечные электростанции» и в островном «газопоршневые установки – солнечные электростанции».

Газопоршневые установки работают совместно с энергосистемой в автоматическом режиме по заданному значению экспорта/импорта электрической энергии с остановкой одной машины при снижении мощности до 300 кВт. Тепловая энергия газопоршневых установок летом используется для горячего водоснабжения, а зимой – для отопления зданий. Основные сложности имели место при работе в островном режиме при переменных нагрузках производства и работе солнечных электростанций (влияние облачности). Чтобы не допустить «передавливания» солнечных электростанций и газопоршневых установок, необходимо было автоматическое и быстрое управление выработкой солнечной энергии.

На рис. 5 представлена схема энергобаланса предприятия. Из региональной энергосистемы предприятие

за 2022 г. получило 2,2 МВт·ч и отдало избытки выработанной электроэнергии 1 МВт·ч. Из региональных газовых сетей было получено 3 млн м³ природного газа, из которого было выработано 7,2 МВт·ч электрической и 8,6 МВт·ч тепловой энергий. На рис. 6 представлены графики производства и потребления электрической энергии газопоршневых установок, солнечных электростанций, энергосистемы. Базовую нагрузку в течении года несут газопоршневые установки с пиковым значением в октябре. В летнее время она сокращается за счет работы солнечных электростанций. Максимальное значение потребления электроэнергии от энергосистемы имеет место в сентябре-октябре. На рис. 7 представлен суммарный график производства-потребления электрической энергии предприятия, из которого следует возможность дальнейшего увеличения мощности солнечных электростанций на 500 кВт, всего до 1500 кВт. На рис. 8 приведена структура каждого вида генерации в течении 2022 г. и их доли. Электрическая энергия в 2022 г. приобреталась от Темрюкского района электрических сетей по цене 9–10 руб./кВт·ч,

Виноградники Краснодарского края

Источник: Evgeny Harlanov / ru.pinterest.com

На примере предприятий Краснодарского края можно сделать вывод о технической возможности сократить потребление электрической энергии из энергосистемы до 12,2% за счет ГПУ и СЭС

стоимость энергии газопоршневых установок составляла 4,6 руб./кВт·ч. При сметной стоимости солнечных электростанций в 64 млн руб. срок ее окупаемости составил около 4,5 лет.

С учетом изложенного на примере одного из предприятий Краснодарского края можно сделать вывод о технической возможности и экономической целесообразности сократить потребление электрической энергии из энергосистемы до 12,2% за счет работы газопоршневых и солнечных электростанций предприятия со сроком окупаемости инвестиций до 4,5 лет.

Развитие гидроэнергетики как импульс для региональной экономики

Hydropower development as a boost for regional economy

Ирина ВОЛКОВА

Заместитель директора института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей, д. э. н., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
E-mail: iovolkova@hse.ru

Илья ДОЛМАТОВ

Директор института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей, к. э. н., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
E-mail: idolmatov@hse.ru

Марина ПАНОВА

Директор центра мониторинга эффективности тарифной политики института экономики и регулирования инфраструктурных отраслей, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
E-mail: mpanova@hse.ru

Татьяна РАДЧЕНКО

Первый заместитель генерального директора Фонда «Центр стратегических разработок», к. э. н.
E-mail: taradchenko@gmail.com

Irina VOLKOVA

Deputy Director of the Institute of Economics and Utility Regulation, National Research University Higher School of Economics, Doctor of Economics
E-mail: iovolkova@hse.ru

Ilya DOLMATOV

Director of the Institute of Economics and Utility Regulation, National Research University Higher School of Economics, PhD
E-mail: idolmatov@hse.ru

Marina PANOVA

Director of the Center for Monitoring the Efficiency of Tariff Policy, Institute of Economics and Utility Regulation, National Research University Higher School of Economics
E-mail: mpanova@hse.ru

Tatiana RADCHENKO

First Deputy General Director of the Center for Strategic Research Foundation, PhD
E-mail: taradchenko@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены результаты апробации методики оценки комплексных социально-экономических эффектов от строительства и эксплуатации ГЭС для регионов Российской Федерации. В систему оценки включены прямые социально-экономические эффекты, бюджетные эффекты, противопаводковый эффект, экологические эффекты и дополнительные социально-экономические эффекты реализации проектов. В статье приведены оценки эффектов от реализации проектов строительства 15 гидроэлектростанций в 9 субъектах РФ.

Ключевые слова: гидроэнергетика, социально-экономические эффекты, бюджетные эффекты, региональная экономика.

Abstract. The article examines the results of testing the methodology for assessing complex socio-economic effects from the construction and operation of hydroelectric power plants for regions of the Russian Federation. The assessment system includes direct socio-economic, budgetary, flood control, environmental and additional socio-economic effects of project implementation. The article provides assessments of the effects from the implementation of construction projects for 15 hydroelectric power plants in 9 regions of the Russian Federation.

Keywords: hydropower, socio-economic effects, budgetary effects, regional economics.



По обеспеченности гидроэнергетическими ресурсами Россия занимает второе, после КНР, место в мире, опережая США, Бразилию, Канаду

Роль гидроэнергетики в развитии экономики регионов

Развитие гидроэнергетики – стратегическое направление развития энергетики России. Особенность ГЭС в современной электроэнергетике определяется рядом объективных причин. Гидроэлектростанции используют возобновляемые энергетические ресурсы, обладают низкой себестоимостью вырабатываемой электроэнергии, формируют положительные эффекты для смежных отраслей экономики, а также характеризуются высокой маневренностью генерирующего оборудования.

Все в большей степени возрастает роль ГЭС как регуляторов частоты и электрической мощности, призванных покрывать «пики» графиков нагрузки, выполнять функции оперативного, нагрузочного и аварийного резервов электроэнергетических систем. ГАЭС к тому же заполняют «провалы» графиков потребления электроэнергии, обеспечивают равномерную работу атомных и тепловых электростанций, повышая их надежность и экономичность.

Создаваемые для строительства гидроэлектростанций мощные производственные базы, подъездные пути и поселки, которые, как правило, превращаются в благоустроенные города, в сочетании с местными сырьевыми ресурсами создают стимулирующие условия для развития экономики в прошлом экономически менее зрелых районов, а также возникновения территориально-производственных комплексов и территорий опережающего развития. Реализация мероприятий по развитию гидроэнергетики позитивно влияет на социально-экономическое развитие регионов, повышая бюджетные доходы и занятость, а также стимулирует развитие смежных отраслей народного хозяйства. При этом основные эффекты проявляются именно на уровне регионального развития.

Немаловажным как для экономического развития регионов, так и для жизнедеятельности населения отдельных районов является эффективная защита от наводнений и паводков. На территории России расположено большое количество

ство нерегулируемых притоков крупных рек, являющихся источником риска возникновения катастрофических паводков и наводнений, наносящих значительный социально-экономический ущерб (формируют расходы на социальные и страховые выплаты, а также приводят к затратам на ликвидацию наводнений и восстановление инфраструктуры). Ежегодный ущерб от паводков в России составляет от 40 до 70 млрд руб., а комплексная предупредительная работа обходится примерно в 6,5 млрд руб. в год. Регулирование стока рек за счет строительства ГЭС позволяет сформировать эффективную защиту от паводковых явлений.



Жигулевская ГЭС
Источник: tvsamara.ru

Важность развития гидроэнергетики для экономики регионов существенно повысилась на фоне мировой тенденции перехода на низкоуглеродное развитие. Объекты гидроэнергетики являются экологически чистыми источниками электроэнергии. На объектах гидрогенерации в процессе производства не используются технологии сжигания топлива, в связи с этим прямые выбросы углекислого газа при генерации электроэнергии отсутствуют и нет зависимости от поставок топлива. Оценка выбросов парниковых газов на полном жизненном цикле ГЭС, включая все стадии от строительства до эксплуатации, демонстрирует их высокие конкурентные позиции в качестве ВИЭ.

В отличие от тепловой энергетики у ГЭС более длительный период эксплуатации, а объемы выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (CH_4 , CO_2) значительно ниже. Кроме того, из атмосферы не потребляется кислород, что позволяет снизить антропогенное воздействие на воздушный бассейн [1]. Водоохранилища обладают уникальным эффектом, снижая углеродный след региона за счет способности поглощать парниковые газы.

Уникальность гидроэнергетики как отрасли обусловлена спецификой базовых принципов выработки электроэнергии как элемента, обеспечивающего комплексное, в том числе неэнергетическое развитие народного хозяйства. Принцип комплексного использования водных ресурсов одновременно в интересах нескольких отраслей народного хозяйства был заложен еще в плане ГОЭЛРО, в котором предусматривалось использование гидротехнических сооружений для нескольких целей таким образом, чтобы их общая стоимость состояла из ряда взаимосвязанных предприятий (использование водной энергии со шлюзованием реки, орошением и т. п.).

Ведущая и организующая роль в комплексном использовании водных ресурсов принадлежит гидроэнергетике, принимающей на себя задачу по проектированию и созданию крупных гидроузлов. Это объясняется тем, что энергия ГЭС осваивается в течение долгого периода, в то время как развитие орошения или транспортная реконструкция реки являются процессами менее длительными. Важно отметить, что водоохранилища ГЭС являются объектами федеральной собственности и комплексного водопользования.

Переход России к рыночной экономике, проведение реформ в электроэнергетике и создание конкурентных рынков сформировали систему планирования инвестиционных решений, не учитывающих комплексный характер гидроэнергетики, заложенный в основе ее эффективного функционирования. Такой подход может привести к утрате гидроэнергетикой своего стратегического значения, падению профессиональных компетенций, снижению надежности энергосистемы и формированию технологических рисков, экономические последствия которых будут несоизмеримо выше расходов на устойчивое развитие гидроэнергетической отрасли.



Зарамагская ГЭС-1
Источник: «Русгидро»

Установленная мощность гидроэлектростанций ЕЭС России на 1 января 2024 г. составила 50,252 ГВт [2], то есть более 19% от всей установленной мощности ЕЭС России. ГЭС обеспечивают почти 17% выработки электрической энергии в стране. Необходимость сбалансированного развития электроэнергетики предполагает как минимум сохранение доли гидроэнергетики в энергобалансе как базового принципа функционирования энергосистемы.

Располагаемые гидроэнергетические ресурсы регионов РФ

Россия располагает значительным гидроэнергетическим потенциалом, что определяет широкие возможности развития гидроэнергетики. На ее территории

сосредоточено около 9% мировых запасов гидроресурсов. По обеспеченности гидроэнергетическими ресурсами Россия занимает второе, после КНР, место в мире, опережая США, Бразилию, Канаду.

Валовой (теоретический) гидроэнергетический потенциал Российской Федерации определен в 2784,3 ТВт·ч годовой выработки электроэнергии. Из этой величины потенциал крупных и средних рек составляет 2394,4 ТВт·ч или 83%. Технически достижимый уровень использования гидроэнергоресурсов составляет без малых рек около 1670 ТВт·ч (около 70% от валового гидроэнергетического потенциала).

Экономический гидроэнергетический потенциал РФ составляет 852 ТВт·ч [3]. В силу природных условий распределение гидроэнергетических ресурсов по территории РФ неравномерно и существенно отличается по регионам. Основная доля экономического гидроэнергетического потенциала (около 80%) сосредоточена на реках восточных регионов России. Европейская часть России располагает 20% экономического гидроэнергетического потенциала (таблица 1).

Степень освоения гидроэнергетических ресурсов РФ невысока – немногим более 20% экономического гидроэнергетического потенциала. В настоящее время это один из самых низких уровней использования гидроэнергетических ресурсов не только среди развитых, но и среди развивающихся стран. В большинстве государств использование этого нетопливного возобновляемого ресурса давно превысило 50–60% экономического потенциала [4]. Степень освоения гидроэнергетических ресурсов существенно различается по регионам России. В зоне влияния ОЭС Европейской части России освоено свыше 38,6% экономического потенциала, в зоне влияния ОЭС Сибири и Дальнего Востока – 21,3% [5] (таблица 1).

Таблица 1. Экономический гидроэнергетический потенциал и степень его освоения

Регион России	Экономический потенциал и степень его освоения		
	Экономический гидроэнергетический потенциал, ТВт·ч	Выработка электроэнергии действующими ГЭС (близкая к среднегодовым значениям), ТВт·ч	Доля от экономического, %
Всего по России, в том числе:	852	216,3	25,4
в зоне влияния ОЭС Европейской части	162	62,5	38,6
в зоне влияния ОЭС Сибири и Дальнего Востока	690	147	21,3
изолированно работающие ГЭС		6,8	



Чиркейская ГЭС

Источник: sanatoriikavkaza.ru

Система эффектов от строительства гидроэлектростанций

Предприятия гидроэнергетики на региональном уровне следует рассматривать в качестве регионо- и градообразующих, обеспечивающих возможность создания новых рабочих мест как на ГЭС, так и в сферах напрямую или косвенно связанных с деятельностью ГЭС, в т. ч. за счет развития в регионах сельскохозяйственной и рыболовной отраслей, а также инфраструктуры, обслуживающей электростанции (дороги, системы связи, прилегающие лесные и водные объекты, объекты культурного наследия, природные парки и др.).

Общую систему социально-экономических эффектов на стадии строительства и эксплуатации электростанции можно представить следующим образом:

1. Прямые социально-экономические эффекты от строительства и эксплуатации объекта, в том числе для экономики субъекта Российской Федерации, где планируется размещение ГЭС (далее – регион размещения ГЭС).
2. Эффекты для бюджетов различных уровней.

3. Противопаводковый эффект.
4. Дополнительные социально-экономические эффекты для других отраслей в регионе размещения ГЭС.
5. Экологические эффекты.
6. Эффекты для энергообеспеченности региона.

Реализация потенциала повышения налоговых поступлений в региональные бюджеты за счет увеличения доли гидроэнергетики возможна, только если развивать ГЭС комплексно: не в качестве источника доходов, а в качестве локомотива экономического развития регионов и объекта, влияющего на социально-экономические процессы.

Учет дополнительных эффектов гидротехнического строительства должен способствовать более успешному продвижению проектов по развитию гидроэнергетики за счет расширения возможности использования водохранилищ энергетического и другого назначения в сфере рекреации, туризма, других социально и экологически значимых видах природопользования. На базе водохранилищ различного назначения могут создаваться национальные парки и заповедные территории, что имеет особое значение в районах, которые

подвержены сильной антропогенной нагрузке. О принципиальной возможности такого подхода при разработке гидротехнических проектов свидетельствуют хорошие результаты решения экологических и социальных проблем на объектах, в процессе эксплуатации которых вопросы экологии, охраны природы и рационального природопользования решались спонтанно, без соответствующего экологического планирования [6].

Оценка эффектов от строительства гидроэлектростанций для регионов РФ

Предварительная оценка эффектов от строительства гидроэлектростанций для регионов РФ проводилась на основе Методики оценки комплексных социально-экономических эффектов от строительства и эксплуатации ГЭС для регионов, отраслей и экономики России в целом, проект которой разработан Фондом «Центр стратегических разработок», Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики», Институтом энергетических исследований РАН, АО «Ленгидропроект», Ассоциацией НП «Совет рынка», Ассоциацией «Гидроэнергетика России» и в настоящее время обсуждается федеральными органами исполнительной власти. Расчетные алгоритмы, заложенные в основу проекта методики, подробно описаны в [7]. В рамках разработки и апробации методики проводились оценки эффектов от строительства и экс-

Степень освоения гидроэнергетических ресурсов РФ невысока – немногим более 20% экономического гидроэнергетического потенциала. Это один из самых низких уровней показателей среди развитых и развивающихся стран

плуатации ГЭС на примере 15 проектов строительства гидроэлектростанций для 9 субъектов РФ (таблица 2), большинство из которых вошли в проект Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2042 г. [8].

Предварительная оценка социально-экономических эффектов от реализации проектов ГЭС была проведена на основе многокритериального и сравнительного подходов, с использованием предпроектных и проектных данных, данных официальной статистики, специальных коэффициентов, полученных из публичных источников или на основе экспертной оценки. При оценке эффектов использовались макроэкономические параметры на основе Среднесрочного прогноза социально-экономического развития Российской Федерации, разрабатываемого Минэкономразвития России.

По результатам оценки в целом можно констатировать, что реализация проектов строительства ГЭС создает положитель-

Таблица 2. Перспективные гидроэлектростанции в регионах РФ

Регион	Станция	Установленная мощность, МВт
Амурская область	Гилуйская ГЭС	462
	Селемджинская ГЭС	100
	Нижне-Зейская ГЭС	400
Иркутская область	Тельмамская ГЭС	450
	Крапивинская ГЭС	345
Красноярский край	Нижнебогучанская ГЭС	660
	Мотыгинская ГЭС	922
Мурманская область	Рындская ГЭС	60
	Понойская ГЭС	450
	Иокангская ГЭС	200
Республика Башкортостан	Нижне-Суаянская ГЭС	209
Республика Бурятия	Ивановская ГЭС	210
Республика Саха (Якутия)	Мокская ГЭС	1 200
	Канкунская ГЭС	1 000
Хабаровский край	Нижне-Ниманская ГЭС	360

ные бюджетные эффекты: свыше 2 трлн руб. налоговых поступлений (оценка в ценах 2021 г.) в сумме по 15 проектам за период строительства и 30 лет эксплуатации станций. При этом порядка 40% указанных поступлений приходится на региональные бюджеты.

Все рассмотренные проекты являются источником положительных социально-экономических эффектов как для регионов размещения ГЭС, так и для экономики в целом.

(более 80%) достигается в регионах размещения на этапе эксплуатации ГЭС. Однако и на этапе строительства суммарный эффект от сооружения ГЭС по 15 проектам составляет 88,6 млрд руб. в ценах 2021 г. Порядка 20% эффекта достигается в регионах размещения электростанций, порядка 80% – в регионах базирования энергомашиностроения и строительных компаний.

Не менее важным с точки зрения регионального развития и качества жизни населения является появление новых возмож-

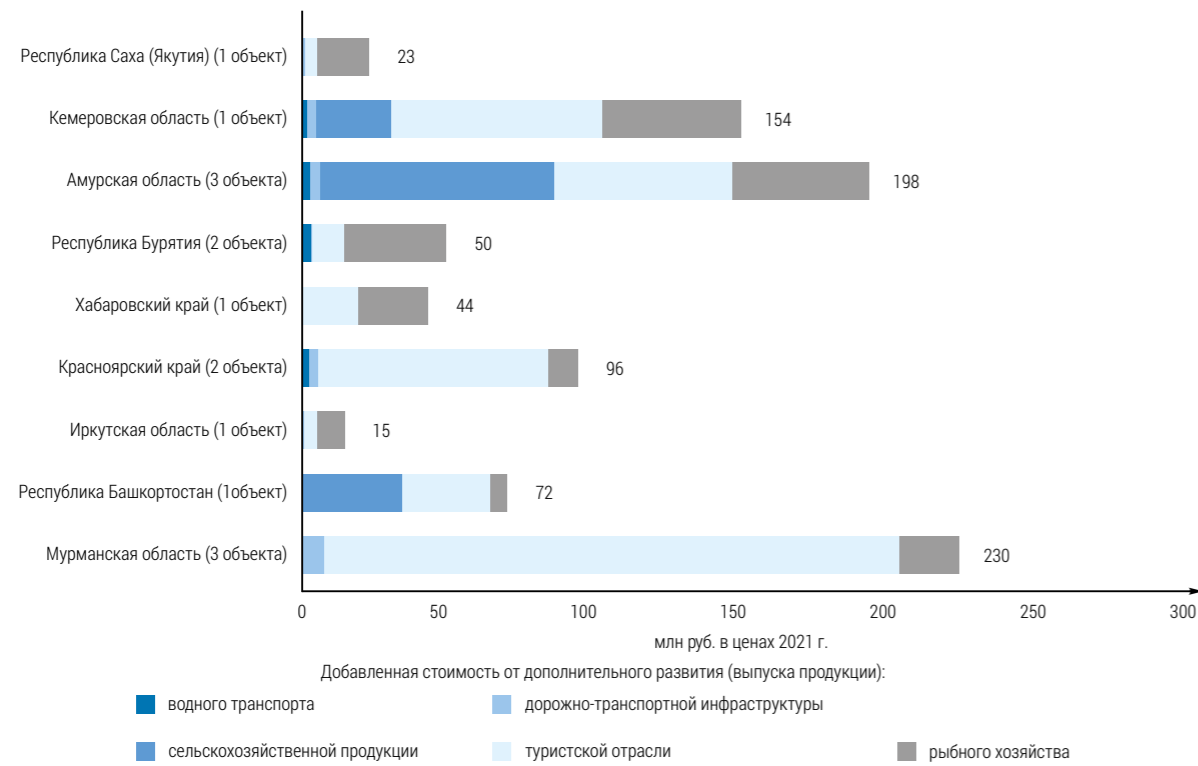


Рис. 1. Дополнительные эффекты для регионов строительства ГЭС, млн руб. в год в среднем

Источники:
расчеты авторов

Так, дополнительное увеличение валового регионального продукта, достигаемое за период строительства станций (за счет обеспечения заказом машиностроительных и строительных предприятий) и за рассматриваемый в расчетах тридцатилетний период их эксплуатации (за счет формирования добавленной стоимости новыми объектами электроэнергетики) превышает капитальные вложения по всем рассмотренным проектам в 2,5–4 раза. Суммарная величина дополнительного ВРП, генерируемая реализацией 15 проектов за период их строительства и 30 лет эксплуатации, превышает 5 трлн руб. в ценах 2021 г. Наибольший эффект

ностей для роста экономической активности и реализации предпринимательских инициатив граждан в сферах, не связанных с энергетикой. Строительство водохранилищ и обустройство дорог дает импульс для развития водного и автомобильного транспорта, увеличивает площадь орошаемых земель сельскохозяйственного назначения. За счет этого реализация проектов ГЭС формирует предпосылки для развития таких отраслей как рыболовство и туризм, сельское хозяйство, речной и автомобильный транспорт. Распределение эффектов по отраслям промышленности для регионов приведено на рис. 1.



Чебоксарская ГЭС

Источник: «Русгидро»

Значимость достигаемого эффекта в каждой из рассмотренных отраслей зависит от экономического уклада региона. Например, для Мурманской и Кемеровской областей, а также Республики Башкортостан наибольший сопутствующий эффект достигается в сфере развития рекреации. В Республике Саха (Якутия) и Бурятия, в Иркутской области и Хабаровском крае наиболее значимый сопутствующий эффект от строительства ГЭС проявится в развитии рыбного хозяйства. Амурская область и Республика Башкортостан получают импульс к росту сельскохозяйственной отрасли в регионе.

В рамках апробации Методики оценки комплексных социально-экономических эффектов от строительства и эксплуатации ГЭС для регионов, отраслей и экономики России в целом авторами была проведена оценка влияния реализации проектов строительства ГЭС на развитие регионов РФ. Все проекты генерируют дополнительные поступления в региональные бюджеты и положительно влияют на экологию (таблица 3). По всем рассмотренным проектам бюджетный эффект (федеральные и региональные бюджеты в целом за период строительства и 30 лет эксплуатации)кратно превышает расходы на строительство водохранилища (в 11 раз в среднем). Наибо-

лее значимым экологическим эффектом от строительства гидроэлектростанций является сокращение выбросов парниковых газов. Кроме того, строительство ГЭС положительно влияет на баланс водных ресурсов, увеличивая запасы пресной воды в хозяйственном обороте.

Анализ структуры комплексных эффектов для регионов отражает их экономические и инфраструктурные факторы развития. В каждом из регионов есть свои наиболее значимые эффекты:

- для Кемеровской области это, безусловно, система экологических эффектов, включающих изменение

Суммарный вклад уже действующих в России гидроэлектростанций в ВВП составляет около 10%, учитывая прямой, косвенный и опосредованный эффекты. При этом есть возможность увеличить эту долю

Эффекты / Регионы и проекты	Кемеровская область	Амурская область	Красноярский край	Мурманская область	Республика Башкортостан	Иркутская область	Хабаровский край	Республика Бурятия	Республика Саха (Якутия)
Ежегодный вклад в ВРП на этапе эксплуатации (с учетом «неэнергетических отраслей»), в % к ВРП	0,2%	3,2%	0,9%	1,5%	0,2%	0,7%	0,8%	5,8%	1,8%
Дополнительные налоговые и неналоговые доходы консолидированного регионального бюджета (среднегодовой на период эксплуатации), млн руб. в год	888,7	3 872	5 761,1	3 416,7	921,1	2 842,6	1 825,1	4 118,4	6 579,5
Количество новых рабочих мест в период строительства, в среднем за год	2 150	8 408,7	4 854	931,1	350,9	1 455,6	2 690	6 582	5 207
Количество новых рабочих мест в период эксплуатации, в среднем за год	115	357	550,3	227,7	67	232,3	121	360	566
Противоаводковый эффект суммарно за 30 лет эксплуатации, млрд руб.	2,2	120,49	-	-	5,9	-	19,5	-	-
Противоаводковый эффект в сумме за 30 лет эксплуатации в сравнении с капитальными вложениями по «противоаводковым» ГЭС	4,2%	90,5	-	-	11,8%	-	20,8%	-	-
Прямое изменение выбросов парниковых газов в регионе размещения ГЭС, тыс. т CO ₂ -экв. в год	-89,8	-72,3	-104,6	-58,5	-21,9	-10,9	-44	-83,6	-36,1

Таблица 3. Комплексные эффекты для регионов строительства ГЭС

Источник: расчеты авторов

выбросов парниковых газов и дополнительные налоговые и неналоговые доходы консолидированного регионального бюджета;

- в Амурской области и Хабаровском крае наиболее существенны противоаводковые эффекты, при этом в Амурской области один из наиболее высоких вкладов в ВРП;
- для Иркутской области, Красноярского края, Республик Башкор-

тостан и Саха (Якутия) следует отметить существенный прирост рабочих мест, изменение выбросов парниковых газов и дополнительные налоговые и неналоговые доходы консолидированного регионального бюджета;

- для Мурманской области и Республики Бурятия – это и рост рабочих мест, и существенный вклад в ВРП региона на этапе строительства.

Представленные комплексные эффекты наглядно демонстрируют важную роль гидроэнергетики как в развитии регионов, так и экономики России в целом, формируют устойчивый поток пополнения региональных бюджетов и оказывает позитивное влияние на ВРП. Указанные эффекты могут рассматриваться в качестве дополнительного аргумента при обосновании необходимости поддержки программ развития гидроэнергетики.

Заключение

Подводя итог вышеизложенному, необходимо отметить, что приоритетными проектами гидроэнергетики должны стать комплексные инвестиционные проекты – совокупность подпроектов, целью реализации которых является развитие различных отраслей промышленности с учетом их особенностей, и получение (через прямое и не прямое влияние гидроэнергетики) синергетических экономических, экологических и социальных эффектов на уровне одного или нескольких регионов.

Инструментами реализации таких комплексных проектов могут стать:

1. Национальные, федеральные, ведомственные проекты (программы), а также планы и комплексы процессных мероприятий в их рамках.
2. Проекты комплексного развития территорий.
3. Проекты территорий опережающего развития и промышленных кластеров.
4. Программы развития регионов.
5. Механизмы государственной и отраслевой поддержки гидроэнергетики.

Использованные источники

1. Волкова И. О., Бурда Е. Д., Гаврикова Е. В., Сулов К. В., Косыгина А. В., Горгишли М. В. Трансформация электроэнергетики: тренды, модели, механизмы и практики управления. – Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020.
2. Электроэнергетические системы России. URL: <https://www.so-ups.ru/functioning/ups/ups2024/>
3. Энергетические ресурсы. Гидроэнергетические ресурсы. Наука, 1967 г. – 600 с.
4. World Atlas & Industry Guide, 2021.
5. Программа развития гидроэнергетики России на период до 2030 г. с перспективой до 2050 г. – Москва: Гидропроект, 2015.
6. Веселов Ф., Маширова О., Радченко Т., Бердников Р., Волкова И., Сасим С. Системный взгляд на эффективность развития гидроэнергетики России // Энергетическая политика. 2024. №1. С. 14–27.
7. Методические указания по оценке влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду. URL: <http://www.cawater-info.net/bk/dam-safety/files/43354.pdf>
8. Проект Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики до 2042 г. URL: <https://www.so-ups.ru/future-planning/public-discussion-genshema/2042/>

Учитывая общую национальную повестку и высокую перспективу именно комплексного развития регионов страны, наиболее востребованным будет строительство новых ГЭС в Сибири, где возможно развитие потенциала верховьев Оби и Енисея, а также Нижней Ангары, на Дальнем Востоке – освоение рек Витима, Алдан и его правобережных притоков, а также притоков Амура.

Строительство крупных гидроэнергетических объектов создаст значительный долгосрочный положительный эффект для ВВП страны и ВРП регионов. В России, где существует полный спектр компетенций по созданию ГЭС/ГАЭС (проектирование, производство цемента и оборудования, строительство и эксплуатация), этот эффект является максимальным. Суммарный вклад уже действующих в России объектов гидрогенерации в ВВП составляет около 10% (учитывая прямой, косвенный и опосредованный эффекты). За счет реализации комплексных проектов есть возможность увеличения этой доли.

Гидроэнергетика обладает уникальными свойствами, основанными на специфике развития единой энергетической системы России и комплексном характере эффектов развития гидрогенерации как важнейшей части энергетики и хозяйственной жизни страны.

Углеродная нейтральность гидроэнергетики является конкурентным преимуществом и создает благоприятные условия для развития национальной экономики и регионов. Таким образом, можно утверждать, что развитие гидроэнергетики является существенным импульсом для развития регионов РФ и их экономики.

Бей своих, чтоб чужие боялись: как политика Д. Трампа повлияет на ТЭК Латинской Америки?

Beat your own to make strangers afraid: how will D. Trump's policy affect Latin America's energy sector?

Валерий АНДРИАНОВ
Доцент Финансового университета
при Правительстве РФ, к. п. н.
E-mail: vvandrianov@fa.ru

Valery ANDRIANOV
Associate Professor at the Financial University
under the Government of the Russian Federation,
Candidate of Political Sciences
E-mail: vvandrianov@fa.ru

Буровая установка в Рио-де-Жанейро, Бразилия

Источник: marchello74 / Depositphotos.com



Аннотация. Автор анализирует перспективы взаимоотношений США со странами Южной и Латинской Америки в сфере ТЭК. Он приходит к выводу, что влияние политики нового президента США Дональда Трампа на топливно-энергетический комплекс Латинской Америки может быть разносторонним, но в целом негативным. Тем не менее, его жесткие высказывания можно рассматривать как стремление занять более выгодные позиции в предстоящих переговорах с лидерами латиноамериканских стран, чем как однозначное руководство к действию.

Ключевые слова: политика США, Латинская Америка, тарифы, нефтегазовые доходы, санкции.

Abstract. The author analyzes the prospects of relations between the United States and the countries of South and Latin America in the energy sector. He concludes that the impact of the policy of the new US President Donald Trump on the fuel and energy complex of Latin America can be diverse, but generally negative. Nevertheless, his harsh statements can be seen as a desire to take more advantageous positions in the upcoming negotiations with the leaders of Latin American countries, rather than as an unambiguous guide to action.

Keywords: US policy, Latin America, tariffs, oil and gas revenues, sanctions.

//

На США приходится 56% нефтяного экспорта Мексики. В 2023 г. поставки мексиканской нефти на американский рынок достигли 733 тыс. б/с

Возвращение Дональда Трампа в Белый дом чревато серьезными потрясениями для международной политики и глобальной экономики. При этом одни из самых громких заявлений американского лидера связаны с энергетикой и нефтегазовым комплексом. Недаром ярким лозунгом его предвыборной кампании стала фраза «Бури, детка, бури». Эксперты ожидают снятия всех ограничений на реализацию новых нефтегазовых проектов, введенных Джо Байденом, и как следствие – дальнейшего наращивания производства сланцевых ресурсов в США и их экспорта. Наиболее очевидные риски, связанные с такой политикой – падение котировок «черного золота», а также обострение борьбы за рынки нефти и СПГ.



Дональд Трамп

Источник: jctabb / depositphotos.com

Последствия нового курса Дональда Трампа могут почувствовать на себе в первую очередь соседи США по Западному полушарию – страны Латинской Америки. Одни из них связаны с Соединенными Штатами тесными узами энергетического партнерства, которые могут быть разорваны. Другие же – рискуют столкнуться с высокой конкуренцией со стороны американского нефтегазового комплекса на внешних рынках. Третьи – попасть под новые санкции. Рассмотрим, в чем конкретно могут заключаться данные угрозы.

Барьеры для Мексики

Наибольших негативных последствий от изменения политического курса США может ожидать Мексика. Это обусловлено и территориальной близостью к «западному гегемону», и наличием целого ряда конфликтных моментов, основными из которых являются нелегальная иммиграция и наркотрафик. Однако заложником этих конфликтов может стать и нефтегазовый комплекс.

Дональд Трамп еще задолго до своего вступления в должность президента объявил о намерении ввести 25%-ную пошлину на импорт товаров из Канады и Мексики, что само по себе – огромный удар для южного соседа США. По данным аналитического центра Capital Economics, даже 10%-ный тариф на товары, импортируемые из Мексики, означал бы сокращение мексиканского ВВП на 1,5%. Главным требованием Д. Трампа являлась активизация борьбы Мексики с незаконной миграцией и наркотрафиком [1]. В последние дни января президент США реализовал обещанное и ввел 25%-ные тарифы на все товары, завозимые из Мексики, но уже через день после переговоров с мексиканским лидером Клаудией Шейнбаум, которая дала обещание усилить военное присутствие на мексикано-американской границе, Д. Трамп приостановил на месяц действие своего решения.

Если, несмотря на все переговоры, США все же возобновят действие защитительных тарифов, то на практике это будет означать 25%-ный дисконт для мексиканского «черного золота» на американском рынке. Учитывая международную конъюнктуру, это сделает поставки мексиканской нефти коммерчески бессмысленными. Риск прекращения нефтяного импорта из Мексики вызывал обеспокоенность в деловых кругах США и у отраслевых экспертов. «Американские нефтеперерабатывающие заводы зависят от поставок сырой нефти из Канады и Мексики для производства доступного и надежного топлива, на которое потребители рассчитывают каждый день. Поэтому мы надеемся, что любые будущие тарифы не будут распространяться на эти важнейшие сырьевые материалы и нефтепродукты», – заявил президент и генеральный директор Американской ассоциации производителей топлива и нефтехимической продукции (American Fuel & Petrochemical



Платформа для глубоководной добычи в мексиканском заливе
Источник: ca.finance.yahoo.com

Manufacturers, AFPM) Чет Томпсон. Он отмечает, что объемы нефтеперерабатывающих мощностей, расположенных на территории США, намного превосходят масштабы добычи нефти в стране. При этом большинство заводов построены еще до начала «сланцевой революции» и рассчитаны на тяжелую нефть с высоким содержанием серы. То есть они ориентированы именно на канадское и мексиканское сырье, а не на легкую нефть сланцевых плеев. «Что будут делать американские нефтеперерабатывающие заводы? Поставки высокосернистой нефти ограничены даже из Саудовской Аравии», – разделяет эти опасения трейдер из Сингапура [2].

Эксперты также подчеркивают, что некоторые американские НПЗ могут получать нефть исключительно по трубопроводной системе, что ограничивает их возможности поиска альтернативных источников поставок сырья. Поэтому рост тарифов на американскую и канадскую нефть неизбежно приведет к повышению стоимости производимого ими топлива. В первую очередь это касается заводов, расположенных на Среднем Западе, во втором Нефтяном административном округе обороны (Petroleum Administration for Defense, PADD), то есть в штатах Иллинойс, Индиана, Айова, Канзас, Кентукки, Мичиган, Миннесота, Миссури, Небраска, Северная Дакота, Южная Дакота, Огайо, Оклахома, Теннесси и Висконсин.

По данным Kpler, на Соединенные Штаты приходится 56% нефтяного экспорта Мексики. Согласно информации Управления энергетической информации (EIA) США, в 2023 г. экспорт мексиканской нефти в США достиг 733 тыс. б/с. При этом поток энергетических товаров в противоположном направлении был еще значительнее: 1,2 млн б/с нефтепродуктов и 6,8 млрд куб. футов³ природного газа. Общий объем торговли энергоресурсами между США и Мексикой в 2024 г. составил почти 70 млрд долл.

В этих условиях перед государственной нефтяной компанией Мексики Pemex и властями страны встают 2 задачи. Во-первых, диверсификация направлений поставок собственного сырья, а во-вторых – поиск новых источников поставок нефтепродуктов. Вторая задача может быть обусловлена не только тем, что Мехико захочет дать зеркальный ответ Дональду Трампу, но и тем, что повышение тарифов на сырье объективно приведет к росту стоимости топлива, поставляемого с американских НПЗ.

Впрочем, первая задача далеко не нова. Pemex провозгласила стратегию диверсификации своего экспорта еще в конце 2000-х гг., на фоне американской «сланцевой революции» и снижения зависимости

Здание Pemex

Источник: wikipedia.org



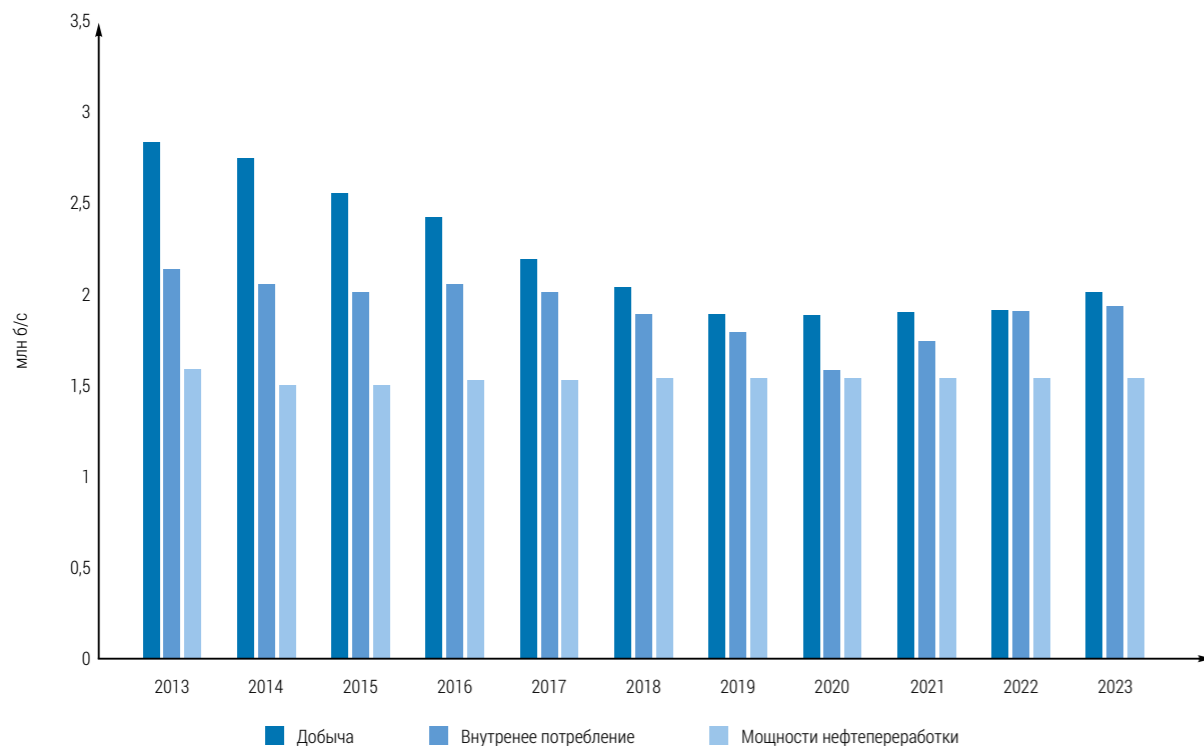
Введение 25%-ных пошлин на импорт товаров из Мексики – огромный удар для страны. По данным аналитиков, даже 10%-ный тариф на мексиканские товары означал бы сокращение ВВП Мексики на 1,5%

США от импортных поставок. Удалось ли достичь поставленной цели? И да, и нет. Объемы поставок в США значительно сократились. Если в начале XXI в. они достигали 1,5 млн б/с, то в 2023 г. упали до 733 тыс. б/с. Однако необходимо отметить, что и общий нефтяной экспорт Мексики фактически обвалился – с 1,9 до 1 млн б/с за тот же период, что было вызвано сокращением добычи в стране. В итоге доля поставок в США упала, но не столь значительно – с 80 до 70%. Остальные 30% в 2023 г. направлялись в Европу и Азию. А к осени 2024 г., по данным Pemex, этот показатель приблизился к 50% [3].

Если США возобновят действие заградительных тарифов, то это будет означать 25%-ный дисконт для мексиканской нефти на американском рынке, что сделает ее поставки коммерчески бессмысленными

В последние годы добыча нефти в Мексике, достигнув дна (1,91 млн б/с) в 2020 г., начала вновь демонстрировать осторожный рост (см. рис. 1). Соответственно, и экспорт вырос с 992 тыс. б/с в 2022 г. до 1,08 млн б/с в 2023 г. Любопытное объяснение этому феномену дает испанская газета El Economista со ссылкой на агентство S&P Global. Согласно данной версии, добыча и экспорт в Мексике были увеличены по прямому требованию США с целью полной замены на американском рынке сырья из России, эмбарго на поставки которого были введены после начала СВО на Украине [4]. Иными словами, Мексика

Рис. 1. Динамика добычи и потребления нефти в Мексике



Источник: составлено автором по URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review>

помогла соседу избежать ценовых потрясений и дефицита нефти, а теперь она пожинает плоды «американской дружбы».

Если же тенденция роста добычи в Мексике сохранится, то необходимо ли будет Pemex активизировать свои усилия по поиску новых рынков сбыта? Скорее, сейчас перед страной стоит другая задача – развить внутреннюю переработку с целью снижения зависимости и от внешней конъюнктуры, и от непредсказуемых действий того же Трампа. Эта цель тоже не нова. В 2022 г. в стране был запущен новый НПЗ Olmeca мощностью 340 тыс. б/с. Это предприятие столкнулось с рядом технологических трудностей, и по состоянию на конец 2024 г. так и не было выведено на полную загрузку, но это планируется сделать к 2026 г. Одновременно с этим намечается и реконструкция 6 старых мексиканских НПЗ, которые сейчас также фактически работают вполсилы.

В ноябре 2024 г. генеральный директор Pemex Виктор Родригес Падилья представил новому президенту страны Клаудии Шейнбаум Пардо стратегические направления развития компании на период 2024–2030 гг. При сохранении добычи на уровне около 1,8 млн б/с планируется увеличить производство бензина, дизельного то-

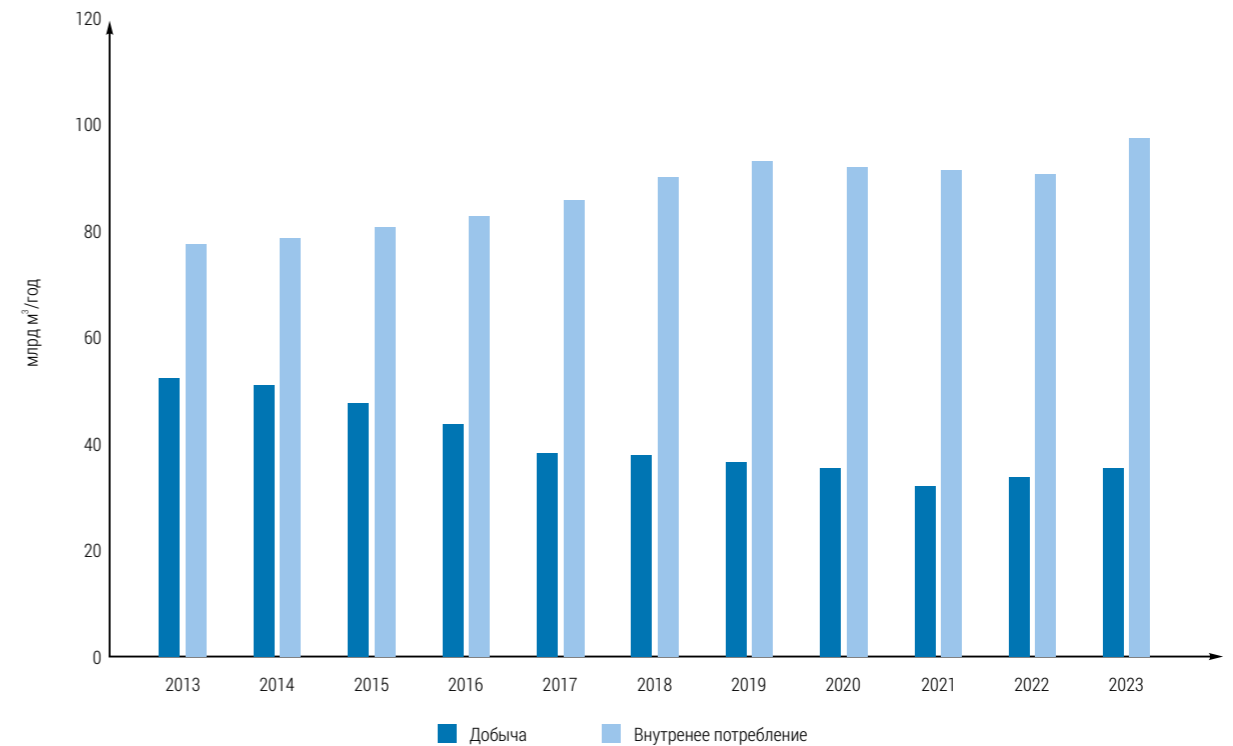


Рис. 2. Динамика добычи и потребления газа в Мексике

Источник: составлено автором по URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review>

плива и авиакеросина на 343 тыс. б/с или на 34% [5]. Это позволит приблизиться к уровню самообеспечения нефтепродуктами и тем самым резко сократить (или полностью прекратить) импорт горючего из США.

Сложнее обстоят дела в газовой сфере, где зависимость от США будет преодолеть непросто. Страны связывают 24 газопровода, большинство из них (15) – проложены из Техаса. И хотя в Мексике построен ряд терминалов по приему СПГ, их мощность недостаточна для покрытия внутреннего потребления. При этом динамика добычи газа в стране также просела и, несмотря на некоторый рост показателей в последние годы, неспособна удовлетворить активно растущий внутренний спрос. Если в 2013 г. она покрывала 67,5% внутреннего потребления, то в 2023 г. – лишь 36,5% (см. рис. 2). Остальные объемы поступают из США, из них около 90% – из Техаса. Американское «голубое топливо» обеспечивает 60% выработки электроэнергии в Мексике.

Как следствие, растет зависимость от поставок из Соединенных Штатов, что сопровождается целым рядом рисков. К примеру, в начале 2021 г., в период паятного энергетического кризиса в запад-

ных штатах США, губернатор Техаса Грег Эббот отдал распоряжение приостановить экспорт газа в Мексику и поставлять его в первую очередь на местные электростанции. А в сентябре 2023 г. сенатор от Арканзаса Дэн Салливан выдвинул законопроект о запрете экспорта газа в Мексику в связи с высоким уровнем коррупции и значительными объемами хищения газа в этой центрально-американской стране. Согласно данным, приведенным в законопроекте, на одну легальную газозаправочную станцию в Мексике приходится 4 нелегальных, при этом «до 4/5 краж топлива организуются представителями мексиканского государства, а похитители топлива зависят от пособников-политиков, полиции и инсайдеров в контролируемых государством нефтяных компаниях» [6]. И хотя законопроект не был принят, он создает прекрасный прецедент для введения аналогичных запретительных мер – на уровне конгресса или администрации Трампа – в целях ограничения миграции, борьбы с наркокартелями или по любой другой причине.

Возможности выхода на самообеспечение газом пока не просматриваются. В вышеупомянутых планах Pemex до 2030 г.

фигурирует увеличение добычи газа до 5 млрд футов³ в сутки, что эквивалентно 51,7 млрд м³ в год. Это означает прирост примерно на 45% по сравнению с 2023 г., но составляет чуть более 50% от текущих потребностей, а к 2030 г. они должны значительно увеличиться (средняя динамика роста данного показателя в 2012–2022 гг. равнялась 4,35% в год [7]).

На американский газ завязана не только электроэнергетика Мексики, но и планы страны по превращению в одного из крупнейших экспортеров СПГ. В стране намечается реализация как минимум 6 проектов по сооружению СПГ-терминалов, 2 из них – завод Altamira компании New Fortress Energy (побережье Мексиканского залива) и завод Sempra Energía Costa Azul (Нижняя Калифорния, тихоокеанское побережье) на базе уже существующего терминала по регазификации СПГ – находящиеся в стадии реализации. А остальные – на этапе рассмотрения [8]. Пуск терминала Altamira мощностью 1,4 млн т в год намечался еще на начало 2023 г., но был отложен. В итоге первая пробная партия СПГ с этого предприятия была отгружена 30 сентября 2024 г. Эту дату можно назвать днем рождения мексиканской СПГ-индустрии. Однако этот газ пошел не на экспорт – он был перевезен через Панамский канал с атлантического побережья Мексики на тихоокеанское для обеспечения сырьем одной из электростанций [9]. Компания New Fortress объявила, что она получила разрешение от Министерства энергетики США на экспорт СПГ в страны, не входящие в соглашения о свободной торговле с Соединенными Штатами сроком на 5 лет (ранее было получено аналогичное разрешение для государств, входящих в это соглашение). То есть чисто технически препятствий для начала поставок нет.

В свою очередь, пуск первой очереди завода Sempra Energía Costa Azul мощностью 3,25 млн т в год был перенесен с 2024 г. на лето нынешнего года. Уже подписаны 20-летние контракты на поставку 2,5 млн т СПГ с этого завода французской TotalEnergies (участник проекта, наряду с Sempra Energy) и японской Mitsui & Co. Пока не решен вопрос со строительством второй очереди завода, сырье для которого планировалось поставлять из Пермского сланцевого бас-

сейна, для чего даже намечалось строительство нового газопровода.

В то же время несколько лет без движения остается еще один СПГ-проект компании Sempra на тихоокеанском побережье Мексики – Vista Pacifico. Он еще в 2022 г. получил разрешение на экспорт, но к сооружению завода пока даже не приступили. Нет ясности и с его производительностью – если первоначально речь шла о 3–4 млн т в год, то теперь планка опустилась до 2–3 млн т. Самые оптимистичные оценки относительно сроков пуска этого предприятия – 2029 г.

Интересный вопрос – насколько эти и другие, еще не начатые, СПГ-проекты впишутся в энергетическую политику Дональда Трампа. Не секрет, что главным мотивом перенесения СПГ-терминалов для экспорта американского газа на территорию Мексики были протесты «зеленых», выступающих против возведения аналогичных объектов в самих США. Для администрации президента-демократа Джо Байдена, уделявшего огромное внимание «зеленой» повестке, это действительно был критически важный аргумент. В Мексике «зеленые» тоже ополчились против указанных проектов, но их мнение игнорировать, конечно, легче, что позицию электората Демократической партии США. Трампа же недовольство экологических организаций волнует меньше всего. Его больше заботит укрепление экономики

Мексиканский залив

Источник: GeorgeDodd / depositphotos.com



Каракас, Венесуэла

Источник: happyalex / depositphotos.com

Штатов и сосредоточение на территории страны наибольшей экономической мощи. И планы по превращению Мексики в транзитную территорию для американского СПГ (со всеми сопутствующими этому шагу политическими рисками) вряд ли придется ему по вкусу. Зачем создавать рабочие места в соседней стране, если это можно сделать на американском побережье Мексиканского залива, который Трамп уже переименовал в Американский.

В свою очередь, непредсказуемость политики 47-го президента и угроза ограничения поставок трубопроводного газа из США создает риск для уже запущенных и перспективных СПГ-проектов на территории Мексики. Кроме того, они полностью зависят от упомянутых разрешений американского регулятора на экспорт – отказ в новых разрешениях или, в худшем случае, отзыв уже действующих могут еще в колыбели убить мексиканскую СПГ-индустрию.

Таким образом, Мексике есть чего опасаться. Много, конечно, будет зависеть от того, как сложатся отношения Дональда Трампа с нынешним руководством латиноамериканской страны. Во время первого президентства Трампа его мексиканским визави был президент Андрес Мануэль Лопес Обрадор. Он придерживался умеренно-левых взглядов и предпринял ряд шагов, которые не могли вызвать симпатию со стороны официального Ва-

шингтона – от признания победы Николаса Мадуро на президентских выборах в Венесуэле до приостановки выдачи концессий на добычу нефти иностранным компаниям. Но парадоксальным образом у него установились неплохие, а по некоторым оценкам – даже приятельские отношения с американским коллегой. Новый же президент страны, Клаудия Шейнбаум Пардо, занявшая этот пост с 1 октября 2024 г., вряд ли сможет снискать симпатии Трампа, хотя и является последователем и фактически преемником Лопеса Обрадора. Дело в том, что она разделяет идеи радикального феминизма и «зеленой повестки», против которых объявляет крестовый поход американский лидер. А подобные мировоззренческие расхождения, насколько можно судить, крайне важны для Трампа.

Венесуэльская «рулетка»

Мало оптимизма возвращение Трампа в президентское кресло вызывает и в Каракасе. Как писала The Wall Street Journal (WSJ), вскоре после его избрания, в ноябре прошлого года, группа представителей американских нефтяных компаний обратилась к нему с призывом нормализовать отношения с Венесуэлой и снять санкции с ее энергетики. Как сообщалось, представители американских нефтяных кругов пытались надавить на «болезненное место» Трампа – по их мнению, возобновление поставок венесуэльской нефти в США должно быть обусловлено прекращением незаконной миграции в США. Дело в том, что в связи с действием санкций Каракас в 2024 г. отказался принимать депортированных из США мигрантов, которые ранее доставлялись на родину транзитом через Мексику.

В последние годы добыча нефти в Мексике, достигнув дна в 1,91 млн б/с в 2020 г., начала снова осторожно расти, экспорт увеличился с 992 тыс. б/с в 2022 г. до 1,08 млн б/с в 2023 г.



Добыча нефти в Венесуэле

Источник: kapital.kz

Кроме того, по мнению авторов письма, достижение договоренностей между США и Венесуэлой помогло бы сдержать таких противников, как РФ и Китай, которые укрепили свои позиции в стране после введения американских нефтяных санкций. Однако Трамп ответил отказом. «Нам не нужно покупать энергию у Венесуэлы, когда у нас ее в 50 раз больше, чем у них. То, что мы делаем, – это безумие. Мы не успокоимся до тех пор, пока Соединенные Штаты не станут богаче, безопаснее и сильнее, чем когда-либо», – заявил он [10].

В июле 2024 г. разрешение США на импорт нефти из Венесуэлы получила индийская Reliance Industries, которую вряд ли можно назвать образцом следования американской энергетической политике

Этот же тезис впоследствии подтвердил Даг Бергум, назначенный в новой администрации на пост главы Министерства внутренних дел (именно оно контролирует деятельность национальной энергетики). В ходе утверждения его кандидатуры в конгрессе он заявил, что будет активно добиваться достижения целей избранного президента по максимальному увеличению производства энергии на территории США, назвав это ключевым фактором национальной безопасности. «Америка производит энергию чище, умнее и безопаснее, чем где-либо в мире. Когда производство энергии в Америке ограничивается, это не снижает спрос, а просто переносит производство в такие страны, как Россия, Венесуэла и Иран, чьи авторитарные лидеры не заботятся об окружающей среде», – отметил Бергум.

Отвергая высказанные в письме аргументы, Трамп также сказал, что у Венесуэлы не будет другого выбора, кроме как принять мигрантов. По сообщениям неофициальных источников, эмиссары Николаса Мадуро в ноябре встречались с Трампом и тоже предлагали ему упомянутую сделку – прием мигрантов взамен на снятие санкций против нефтяной индустрии страны, но он отказался.

Подобный ответ вполне вписывается в концепцию Трампа «Америка прежде всего!», но вовсе не означает что американский лидер раз и навсегда закрыл вопрос о венесуэльской нефти. Тут, что называется, возможны варианты и комбинации. Не исключено, что на вооружение будет взята стратегия предшествующей администрации Джо Байдена, которая несмотря на свою «твердую приверженность демократическим принципам», пыталась вести тонкую политическую игру с Николасом Мадуро (хотя она сама же объявила его «узурпатором власти»).

Напомним об основных перипетиях этой игры. В 2019 г., после президентских выборов в Венесуэле и победы на них преемника Уго Чавеса, были введены жесткие санкции против нефтяного сектора – компании PDVSA и ее «дочкам» было запрещено поставлять нефть в США. Это привело к резкому обвалу добычи в стране – до 680 тыс. б/с в 2020 г. против 1642 тыс. в 2018 г. (для сравнения, в 2013 г. данный показатель достигал 2680 тыс. б/с, см. рис. 3).

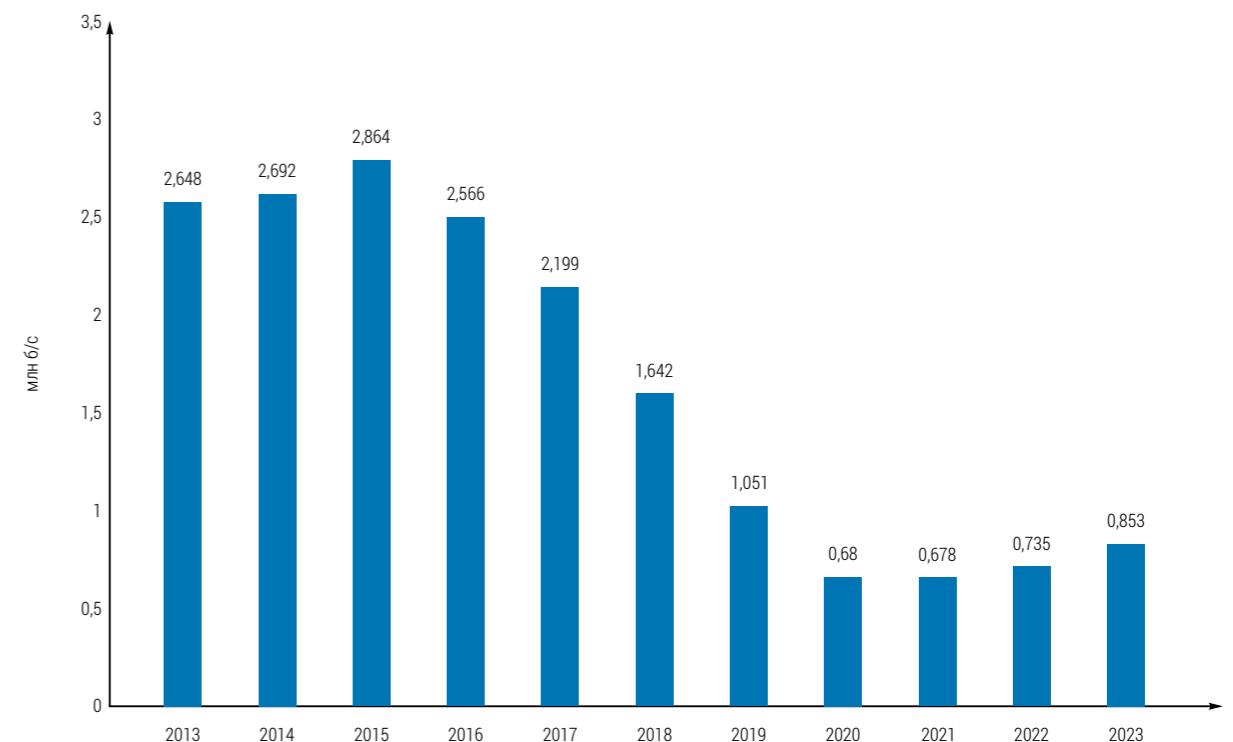
Но в октябре 2023 г. санкции были ослаблены, ряду компаний (в первую очередь американских) были выданы разрешения на работу в стране. Официальная причина

такого послабления – попытка склонить Николаса Мадуро к переговорам с оппозицией и вынудить его провести «демократические» выборы в 2024 г. Но были и неофициальные причины – это как уже упомянутые опасения по поводу усиления позиций России и Китая в этой южноамериканской стране, так и желание иметь рычаг для стабилизации нефтяного рынка. Во-первых, интерес к венесуэльской нефти пробудился после эмбарго на поставки российской нефти в США. В 2020–2021 гг. Штаты наращивали закупки российской нефти именно для того, чтобы заместить ею близкое по составу венесуэльское сырье, на которое ориентированы многие американские НПЗ. Но в результате установления эмбарго этот источник исчез и заменить его пытались как за счет увеличения закупок у Мексики, так и путем возобновления поставок из той же Венесуэлы.

Весной 2024 г., после президентских выборов в Венесуэле и очередной победы на них Николаса Мадуро, настроения в Белом доме вновь изменились. Администрация Байдена разочаровалась в своей схеме «нефть в обмен на демократию» и объявила о возобновлении санкций. Это «хлопанье дверью» было громким,

Рис. 3. Динамика добычи нефти в Венесуэле

Источник: составлено автором по

URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review>

но «щелочка в дверном проеме» все-таки осталась. Во-первых, американским нефтедобывающим и сервисным компаниям дали 45-дневную отсрочку для того, чтобы «собрать вещи» перед уходом из Венесуэлы. Во-вторых, было объявлено, что власти США могут предоставлять разрешения отдельным иностранным корпорациям на сотрудничество с Каракасом. Примечательно, что первый такой «карт-бланш» получила французская компания Maurel & Prom, конечным владельцем которой является индонезийская Pertamina [11]. Давно уже секретом Полишинеля является тот факт, что венесуэльская нефть поставляется в Китай по серым схемам под видом



Американские НПЗ по-прежнему зависят от нефти из Венесуэлы
Источник: Melpomene / depositphotos.com

малазийской, в результате чего Малайзия якобы стала одним из крупнейших экспортеров «черного золота» в Поднебесную. И тут исключение из санкционного режима получает именно подконтрольная Малайзии компания. Белый дом сам же помогает обойти собственные санкции или как еще это объяснить?

В июле прошлого года разрешение США на импорт нефти из Венесуэлы получила индийская Reliance Industries Limited [12]. Эту компанию тоже вряд ли можно назвать образцом следования официальной американской энергетической политике. Напомним, в декабре 2024 г. «Роснефть» заключила соглашение с нефтеперераба-

тывающим заводом Reliance на поставку около 500 тыс. б/с. Иными словами, индийская компания замечена в активном сотрудничестве с крупнейшим российским игроком, который хотя и не находится под американскими санкциями, но во многом определяет объемы нефтяного экспорта России. Почему же тогда такие послабления именно для Reliance в Венесуэле? По сути, мы видим молчаливое одобрение со стороны Белого дома наращивания поставок «черного золота» из Венесуэлы в Китай и Индию!

Наконец, сами американские компании всё уходят, и никак не могут уйти из Венесуэлы. Упомянутый срок «на сборы» неоднократно продлевался. Так, в ноябре прошлого года «большой четверке» американского сервиса – Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes и Weatherford – было разрешено присутствовать в этой южноамериканской стране до мая 2025 г.

Поэтому результат возвращения американских санкций оказался поразительным – в 2024 г. PDVSA поставляла за рубеж в среднем 772 тыс. б/с (что является рекордным показателем с 2019 г.), а в ноябре данный показатель достигал 974 тыс. б/с. В том числе поставки в Индию выросли более чем в 5 раз, до 63,1 тыс. б/с. Наконец, Венесуэла в прошлом году заняла 3 место среди экспортеров нефти в США! Объем этих поставок в прошлом году вырос на 64% и составил около 222 тыс. б/с, что сделало страну вторым по величине экспортным рынком после Китая, который потреблял 351 тыс. б/с (на 18% меньше, чем в предыдущем году) [13].

В чем же дело? Видимо, администрация Байдена, несмотря на декларированное возобновление санкций, предпочитала держать Венесуэлу «на коротком поводке» и не «сжигать мосты». Возможно, подобную политику продолжит и Трамп.

С одной стороны, Трамп, как лоббист американского нефтегазового комплекса, заинтересован в увеличении производства и экспорта энергоресурсов. Но увеличение предложения на мировом рынке неизбежно привело бы к падению нефтяных цен, что снизило бы прибыли американских корпораций на фоне по-прежнему относительно высоких издержек на добычу сланцевой нефти. Поэтому логичным шагом администрации Трампа была бы «расчистка» рыночных ниш для американского «чер-

ного золота». Добиться этого путем воздействия на страны ОПЕК – крайне маловероятно. Поэтому более реалистичным представляется путь ужесточения действующих, либо введения новых санкций против тех или иных стран-производителей. Наиболее очевидной мишенью таких санкций могла бы стать именно Венесуэла, объемом экспорта которой отчасти обусловлен наличием вышеупомянутых исключений из санкционного режима. Кроме того, логистические маршруты поставок венесуэльской нефти для США более просто контролировать, нежели движение танкеров «теневых» флота в акваториях Восточного полушария. Более того, в случае обещанного Трампом возвращения американского контроля над Панамским каналом может оказаться фактически перерезанным основной маршрут транспортировки венесуэльской нефти в Китай при одновременном сокращении издержек при поставках американского сырья в АТР.

С другой стороны, вызовом для Трампа было бы дальнейшее усиление присутствия России и Китая в Венесуэле, включая нефтегазовый комплекс страны. Окончательный уход из страны американских нефтесервисных компаний был бы чреват полной потерей данного рынка и окончательной переориентацией венесуэльского НГК на китайские (а возможно и российские) технологии и оборудование. Более того, ужесточение санкций против Карака-

Николас Мадуро
Источник: news2.ru



Политическое чутье американского лидера и его склонность к неожиданным политическим альянсам оставляют шанс на то, что Венесуэле удастся избежать очередного усиления санкционного режима

са равносильно утере последних рычагов влияния США на администрацию Николаса Мадуро и отказу от сотрудничества, в том числе в сфере контроля миграционных потоков.

Какая из двух вышеперечисленных групп соображений окажется более весомой для Трампа? Учитывая особенности его характера, можно предположить, что он выберет первый путь – усиление давления на Венесуэлу за счет закручивания «санкционных гаек» и вытеснения венесуэльской нефти с мирового рынка. Дополнительным аргументом в пользу такого варианта является личность нового госсекретаря в кабинете Трампа – Марко Рубио, который неоднократно выступал с жесткими высказываниями в адрес Мадуро и демонстрировал поддержку венесуэльской оппозиции. Во время слушаний по утверждению его кандидатуры в конгрессе, Рубио подчеркнул, что Венесуэла контролируется наркоторговой и преступной организацией, раскритиковал администрацию Байдена за то, что ею манипулировали с целью ослабления санкций и предоставления Мадуро миллионов долларов через нефтяные лицензии, и подчеркнул значительные геополитические риски, связанные с отношениями Венесуэлы с такими странами, как Россия и Иран.

Вместе с тем, политическое чутье американского лидера и его склонность к неожиданным политическим альянсам (как это было в случае с Лопесом Обрадором) оставляют шанс на то, что Венесуэле удастся избежать очередного усиления санкционного режима. Есть свои «кадровые намеки» и на такой вариант. Трамп назначил опытного дипломата, бывшего посла США в Германии Ричарда Аллена Греннеля посланником президента

по специальным миссиям и «проговорился», что в число его обязанностей будет входить, в частности, ведение переговоров с такими «проблемными странами», как Северная Корея и Венесуэла. То есть тема для переговоров все-таки есть.

Примечательно также, что Мадуро публично поздравил Трампа с победой на выборах и выразил надежду на установление взаимно выигранных отношений между двумя странами. Согласно прогнозам некоторых экспертов, Мадуро, вероятно, сосредоточится на сохранении уже выданных США нефтяных лицензий [14].

Грозит ли смерть «Мертвой корове»?

Можно предположить, что в период правления Трампа еще более улучшатся отношения США и Аргентины. Недаром избранный в 2023 г. президентом этой страны Хавьера Милея называют «учеником» и «подражателем» Трампа. И знаменательно, что именно Милей первым среди мировых лидеров подтвердил свое участие в церемонии инаугурации своего «учителя» 20 января нынешнего года.

Однако не стоит ожидать, что Трамп ответит Милею глубокой благодарностью, которая воплотится в какие-то реальные экономические преференции. Скорее, наоборот, энергетическая политика 47-го президента США может быть чревата серьезными рисками и для Аргентины. По мнению старшего вице-президента и руководителя по направлению Латинской Америки консалтинговой компании Rystad Energy Шрайнера Паркера, действия Трампа ставят под угрозу перспективы разработки одного из крупнейших в мире сланцевых бассейнов Vaca Muerta («Мерт-

Для Бразилии риски в нефтегазовой сфере, связанные с возвращением Трампа в овалный кабинет, будут не столь велики. Главный из них обусловлен снижением мировых цен на нефть



Буэнос-Айрес, Аргентина
Источник: diegograndi / depositphotos.com

вая корова»), расположенного в Аргентине. Он напоминает, что Трамп объявил о снятии введенных Байденом ограничений на выдачу новых лицензий на экспорт СПГ из США. А это, в свою очередь, приведет как к снижению мировых цен на СПГ, так и к усилению глобальной конкуренции в данной сфере.

По оценкам консалтинговой компании Aurora Energy Research, если планы Трампа по увеличению экспорта американского СПГ будут реализованы, то уровень цен на европейской бирже TTF в Европе может снизиться на 9% по сравнению с базовым сценарием, а котировки в Азии просядут на 6% [15]. Падение маржи может негативно сказаться на перспективных аргентинских СПГ-проектах, которые и так находятся на грани рентабельности.

«Трудно надеяться, что Аргентина будет иметь конкурентоспособность по сравнению с Соединенными Штатами, потому что [недостаточные] объемы производства становятся проблемой для осуществления инвестиций», – полагает Ш. Паркер. Если аргентинским производителям не хватит масштабов для заключения долгосрочных контрактов на экспорт СПГ, то им придется довольствоваться спотовыми поставками, что значительно снизит предполагаемую маржу и затруднит доступ к фрахтованию газозовозов. «Мы не можем понять, как монетизировать газ Vaca Muerta в этом сце-

нарии», – сетует эксперт. Альтернативой может быть транспортировка газа через Бразилию по трубопроводам. Но для этого необходимо строительство обширной инфраструктуры, что потребует инвестиций в размере около 1 млрд долл. [16].

Впрочем, не все так однозначно плохо. Аргентина продолжает доказывать иностранным инвесторам, и в первую очередь США, высокую перспективность ресурсов Vaca Muerta. В частности, в сентябре прошлого года в Хьюстоне прошел День сланцевой индустрии Аргентины, в ходе которого представителей американского нефтегазового бизнеса пытались убедить вкладывать средства в эту «энергетическую жемчужину». По мнению главы отдела исследований сланцевых ресурсов Rystad Energy Александра Рамоса Пеона, при наличии правильных стимулов добычу в этой провинции можно легко ускорить и довести ее как минимум до того же уровня, что и на крупнейших сланцевых полях США (в частности, в Пермском бассейне) [17]. То есть судьба аргентинского сланцевого проекта будет во многом зависеть от лоббистских усилий аргентинской стороны, не исключая и самого Хавьера Милея.

Знаковым моментом стало то, что на инаугурацию Трампа неожиданно пригласили Фернандо Бандерета, мэра аргентинского города Аньело, который называет себя «послом от Vaca Muerta» (возглавляемый им город считается неофициальной столицей этого газоносного района). Такой жест был воспринят в Аргентине как демонстрация внимания к этому перспективному энергетическому проекту, хотя само приглашение исходило не от Трампа, а от некоей общественной организации [18].

Кроме того, Хавьер Милей, судя по всему, надеется на приход в аргентинскую экономику в целом и в ее топливно-энергетический комплекс в частности крупного американского капитала. Приватизация крупнейших активов страны и передача их «эффективным инвесторам» – ключевой пункт экономической политики президента-либертарианца, но примечательно, что его осуществление началось лишь после победы Трампа на выборах. Так, в начале года было объявлено о продаже компании Impsa (Industrias Metalurgicas Pescarmona), которая является одним из основных игроков в секторе

металлургии и энергетики в этой южноамериканской стране (владеет активами в сфере гидроэнергетики, ВИЭ, атомной энергетики и нефтегазового машиностроения). Покупателем стал инвестиционный фонд Industrial Acquisition Fund (IAF), основным акционером которого выступает американская корпорация ARC Energy. Во главе последней стоят выходцы из Венесуэлы, якобы лоббирующие интересы латиноамериканской диаспоры в США, а сама компания, по информации газеты *Ámbito Financiero* (одно из ведущих экономических СМИ Аргентины) стала крупным спонсором президентской кампании Дональда Трампа [19].



Хавьер Милей с Дональдом Трампом
Источник: Carlos Barria Reuters

Бразилии нужна дорогая нефть

Для Бразилии риски в нефтегазовой сфере, связанные с возвращением Трампа в овалный кабинет, будут не столь велики. Главный из них обусловлен снижением мировых цен на нефть, который многие эксперты ожидают в связи с наращиванием экспорта американской сланцевой нефти. Болезненность ценового вопроса для Бразилии обусловлена тем, что Petrobras сегодня остро нуждается в укреплении своей сырьевой базы, а значит – в крупных инвестициях в разведку и разработку.

А они, в свою очередь, невозможны без благоприятной ценовой конъюнктуры. Как заявила исполнительный директор по разведке и добыче Petrobras Сильвия Дос Аньос, компания рассматривает наращивания запасов в бассейнах Сантос и Кампос, а также приценивается к проектам в Африке. В частности, недавно были приобретены активы в Сан-Томе и Принсипи, возможно участие компании в разработке месторождений в Намибии.

Как отмечает вышеупомянутый представитель Rystad Energy Ш. Паркер, для Petrobras рискованно ограничиваться работами только в пределах бразильских границ. «Компания еще не получила необходимых разрешений на разведку устья Амазонки, и нет никаких гарантий, что будут сделаны новые открытия... Пик производства Petrobras должен быть достигнут в середине 2030-х гг. и чтобы пополнить запасы, компании придется искать активы на международном уровне, чтобы продолжить производство через десять лет», – полагает эксперт [20].

Как и в предыдущих кейсах, в случае с Бразилией многое будет зависеть от психологического фактора, то есть от личных предпочтений Трампа. И его взаимоотношения с властями Бразилии начинаются не на самой мажорной ноте. Страну сейчас возглавляет Луис Инасиу Лула да Сильва, который известен своими левыми идеями, что само по себе не может вызывать симпатий нового американского президента. Последний уже пригрозил введением против этой южноамериканской страны 25%-ных торговых пошлин (таких же, как для Мексики и Канады) якобы за преследование политической оппозиции [21].

Сторонником Трампа можно назвать предыдущего лидера страны – Жаира Болсонару (годы президентства 2019–2023), который сейчас находится под следствием. Болсонару выразил желание принять участие в инаугурации американского президента, но Верховный суд страны отказал ему в выдаче заграничного паспорта, опасаясь его побега в США. Не чуждый злопамятству Трамп вряд ли забудет эту «мелочь» при выстраивании отношений с Бразилией.

Забота о климате – за свой счет

Еще одним важным последствием возвращения Трампа для некоторых стран Латинской Америки может стать изменение климатической политики США. Как известно, США снова вышли из Парижского соглашения по климату (как он это уже делал во время своего первого президентского срока), президент собирается прекратить федеральную поддержку возобновляемой энергетики (особенно ветряной) и стимулировать внедрения электротранспорта и отменить закон о снижении инфляции – знаковый законопроект Байдена по климату [22]. И уж тем более 47-й президент не видит необходимости тратить деньги на поддержку климатических проектов, особенно за рубежом.

Как это отразится на странах Южной Америки? Бразилии грозит сворачивание американской финансовой помощи, направленной на сохранение лесов Амазонки. Республиканское большинство в конгрессе США уже анонсировало рассмотрение и вероятное принятие соответствующего решения [23].



Месторождение Vaca Muerte
Источник: *argentinaennoticias / Youtube.com*

Но больше всех может пострадать Колумбия. Эта страна сейчас занимает четвертое место в Южной Америке по добыче нефти (777 тыс. б/с в 2023 г.), после Бразилии, Аргентины и Венесуэлы. Однако ее президент Густаво Франсиско Петро Уррего – представитель левых сил и бывший партизан – является радикальным сторонником отказа от использования углеводородного сырья и внедрения «чистой» энергетики. Ради этой светлой цели он готов пожертвовать доходами от экспорта нефти и угля, которые в последние годы интенсивно росли. Пару лет назад в стране даже была официально прекращена разведка новых углеводородных ресурсов.

Главным спонсором такого колумбийского энергоперехода должны были стать США. Общая стоимость национального плана по климату оценивалась в 40 млрд

долл., в том числе 10 млрд долл. планировалось получить от международных финансовых институтов и развитых стран в рамках так называемого «Партнерства по справедливому энергетическому переходу» (Just Energy Transition Partnership, JETP). Однако для выделения первого транша требовалось одобрение администрации Джо Байдена. После победы Трампа на выборах Г. Петро пытался ускорить принятие решения о выделении денег, понимая, что новый американский президент его точно не одобрит.

Теперь, согласно заявлению представителей властей страны, все надежды – только на Китай. Между тем, времени у Петро остается все меньше, поскольку в 2026 г. в стране пройдут очередные президентские выборы и провал энергетической политики может стоить ему кресла [24].

Таким образом, влияние политики Трампа на топливно-энергетический комплекс Латинской Америки может быть разносторонним, но в целом негативным. Страны региона не ждут ничего хорошего от реализации лозунга «Бури, детка, бури!». В то же время, демонизировать Трампа все же не стоит. Несмотря на свою эксцентричность, он зарекомендовал себя как опытный и даже в чем-то острожный политик, и даже как мастер компромисса (вспомним, к примеру, его роль в заключении сделки ОПЕК+ 2.0). И вряд ли он захочет нажать себе дополнительных врагов в виде соседей по Западному полушарию. Скорее, его жесткие высказывания можно рассматривать как стремление занять более выгодные позиции в предстоящих переговорах, чем как однозначное руководство к действию.

Использованные источники

- URL: <https://www.forbes.com/sites/aldoflores-quiroya/2024/12/18/how-trump-tariffs-could-shape-us-mexico-energy-trades-in-2025/>
- URL: <https://oilcapital.ru/news/2024-11-27/trump-sokratit-neftyanye-dohody-kanady-i-meksiki-5260173>
- URL: <https://ebdi.pemex.com/bdi/bdiController.do?action=cuadro&cveuca=INDI07>
- URL: <https://www.economista.es/mercados-cotizaciones/noticias/13107079/11/24/el-muro-de-trump-al-petroleo-de-canada-y-mexico-puede-desencadenar-una-crisis-energetica-en-eeuu.html>
- URL: https://www.pemex.com/saladeprensa/boletines_nacionales/Paginas/2024_24_nacional.aspx
- URL: <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/senate-bill/5286/text/is?format=txt>
- URL: <https://directorioenergetico.com/consultas/notas-informativas/la-industria-de-gas-natural-en-mexico-y-su-perspectiva-hacia-2024-2030>
- URL: <https://www.canarymedia.com/articles/liquefied-natural-gas/m%C3%A9xico-inicia-su-propia-expansi%C3%B3n-de-gnl-mientras-desarrolladores-estadounidenses-miran-hacia-el-sur>
- URL: <https://www.reuters.com/business/energy/new-fortress-energy-ships-mexicos-first-Ing-cargo-export-2024-09-30/>
- URL: <https://www.eltiempo.com/mundo/venezuela/trump-cuestiona-que-ee-uu-compre-petroleo-a-venezuela-tenemos-50-veces-mas-que-ellos-3409577>
- URL: <https://www.maureletprom.fr/en/article/m-p-receives-a-specific-license-from-the-ofac-in-relation-to-its-operations-in-venezuela>
- URL: <https://www.reuters.com/business/energy/indias-reliance-gets-us-approval-import-oil-venezuela-source-say-2024-07-24/>
- URL: <https://www.reuters.com/business/energy/venezuelas-2024-oil-exports-climb-105-amid-political-turmoil-2025-01-03/>
- URL: <https://www.wola.org/analysis/what-trumps-second-term-might-mean-for-latin-america/>
- URL: <https://www.ambito.com/energia/a-cuanto-cotizara-el-petroleo-y-el-gnl-el-regreso-donald-trump-la-casa-blanca-n6081008>
- URL: <https://www.bloomberglinea.com.br/negocios/como-a-eleicao-de-trump-deve-impactar-a-industria-do-petroleo-na-america-latina/>
- URL: <https://www.infobae.com/economia/2024/12/22/vaca-muerta-como-luce-la-joya-energetica-argentina-al-hado-de-las-grandes-formaciones-de-su-tipo-en-eeuu/>
- URL: <https://www.rionegro.com.ar/politica/el-intendente-danelo-como-embajador-de-vaca-muerta-participara-de-la-asuncion-de-donald-trump-3967339/>
- URL: <https://www.cartacapital.com.br/mundo/a-primeira-privatizacao-do-governo-milei-vai-para-doadores-de-campanha-de-trump/>
- URL: <https://www.bloomberglinea.com.br/negocios/como-a-eleicao-de-trump-deve-impactar-a-industria-do-petroleo-na-america-latina/>
- URL: <https://www.riotimesonline.com/trump-threatens-tariffs-on-brazil-citing-left-wing-judicial-overreach/>
- URL: <https://edition.cnn.com/2025/01/17/economy/trump-oil-wind-energy/index.html>
- URL: <https://www.scientificamerican.com/article/u-s-exits-paris-climate-agreement-after-trump-stalls-global-warming-action-for-four-years/>
- URL: <https://www.energyconnects.com/news/renewables/2024/november/trump-forces-colombia-to-mull-china-for-40-billion-climate-plan/>

Переработка газа в России: вектор движения

Gas Processing in Russia: Movement Vector

Артём ЛЕБЕДСКОЙ-ТАМБИЕВ
Начальник дирекции переработки
и транспортировки газа АЦ ТЭК,
аспирант Института народно-хозяйственного
прогнозирования РАН (ИНП РАН)
E-mail: info@actek.group

Artem LEBEDSKOY-TAMBIEV
Head of the Gas Processing and Transportation
Directorate, AC TEK, PhD student, Institute
of Economic Forecasting, Russian Academy
of Sciences (IEF RAS)
E-mail: info@actek.group

Дмитрий ФОМИН
Начальник дирекции развития
газовой отрасли АЦ ТЭК
E-mail: info@actek.group

Dmitry FOMIN
Head of the Gas Industry
Development Directorate, AC FEC
E-mail: info@actek.group

Али БЕРБЕРОВ
Руководитель проекта дирекции
развития газовой отрасли АЦ ТЭК
E-mail: info@actek.group

Ali BERBEROV
Project Manager, Gas Industry
Development Directorate, AC FEC
E-mail: info@actek.group

«Куйбышевазот»

Источник: jbk9.ru



Аннотация. Авторы рассматривают состояние российской химической промышленности, выделив 2 направления – производство аммиака и производство метанола. В статье анализируется состояние внутреннего рынка, изучаются возможности экспортных поставок данных видов химической продукции. Авторы отмечают главное конкурентное преимущество российской продукции – наличие доступа к дешевому газу.

Ключевые слова: природный газ, аммиак, метанол, азотные удобрения, транспортировка.

Abstract. The authors examine the state of the Russian chemical industry, highlighting two areas – ammonia production and methanol production. The article analyzes the state of the domestic market and studies the possibilities of export deliveries of these types of chemical products. The authors note the main competitive advantage of Russian products – access to cheap gas.

Keywords: natural gas, ammonia, methanol, nitrogen fertilizers, transportation.

//

На фоне остановки азотных мощностей в Европе российским производителям удалось существенно нарастить поставку азотных удобрений в ЕС

В 2022 г. газовая промышленность РФ столкнулась с небывалыми вызовами. Отказ европейских стран от покупок газа в России и вывод из строя газопроводов «Северный поток 1» и «Северный поток 2» привели к снижению трубопроводного экспорта на 51%, до 101 млрд м³ (рис. 1). За прошедшие 2 года удалось существенно нарастить поставки газа в Китай, объем прокачки по «Силе Сибири» увеличился более чем в 2 раза, до 23 млрд м³. Кроме того, активно ведется проработка проектов строительства магистрального газопровода «Сила Сибири 2» и переемычки между «Силой Сибири» и газопроводом «Сахалин – Хабаровск – Владивосток».

Помимо развития трубопроводной инфраструктуры, в России существуют масштабные планы по наращиванию производства и экспорта сжиженного природного газа. Президентом России Владимиром



Карбамид
Источник: singkham / depositphotos.com

Путиным поставлена задача по увеличению производства СПГ с текущих объемов в 33 млн т до 100 млн т к 2030 г., что позволит занять порядка 20% потенциального мирового рынка.

Введенные против газовой отрасли РФ санкции имели негативные последствия и для европейской экономики. Так, существенное снижение импорта российского трубопроводного газа вызвало дефицит этого сырья на рынке ЕС, что в свою очередь привело к беспрецедентному росту цен на «голубое» топливо. Европейские газовые котировки в 2022 г. существенно опережали динамику цен на конечную продукцию: за год они выросли в 2,5 раза, а цена на метанол и карбамид – лишь на 12 и 45% соответственно (рис. 2).

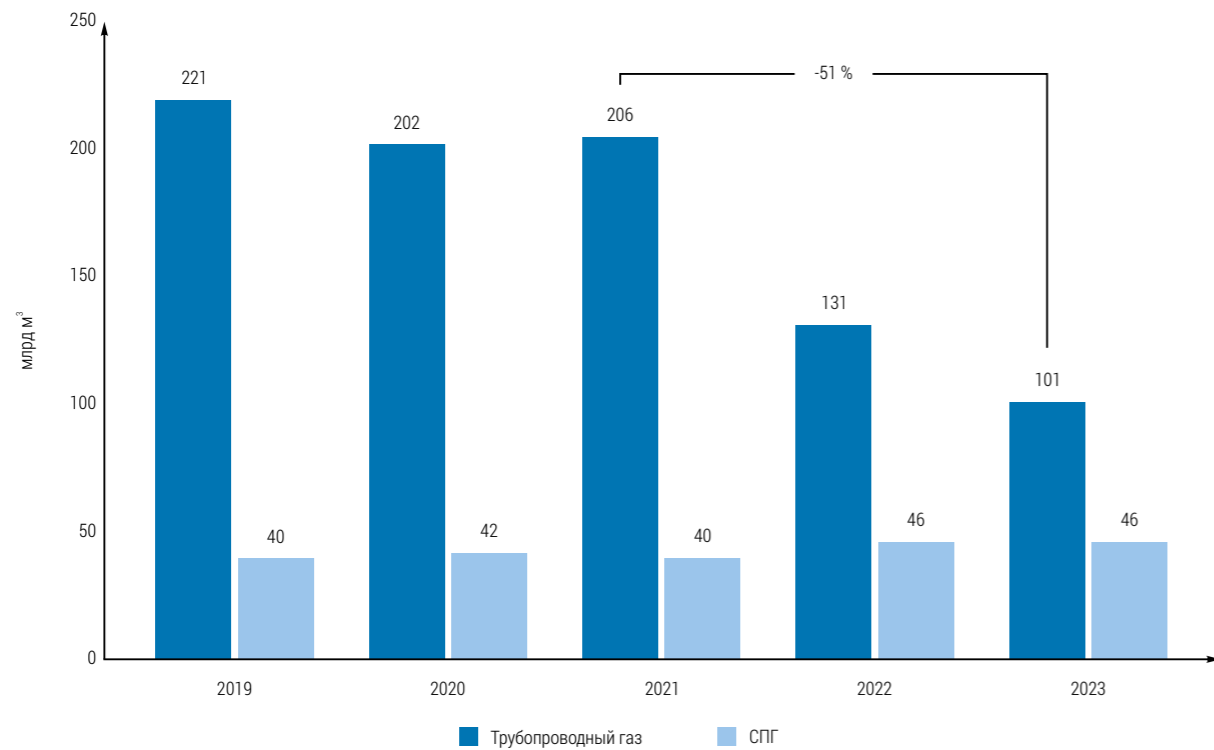


Рис. 1. Экспорт газа из РФ

Источники: Минэкономразвития России, Аналитический центр ТЭК

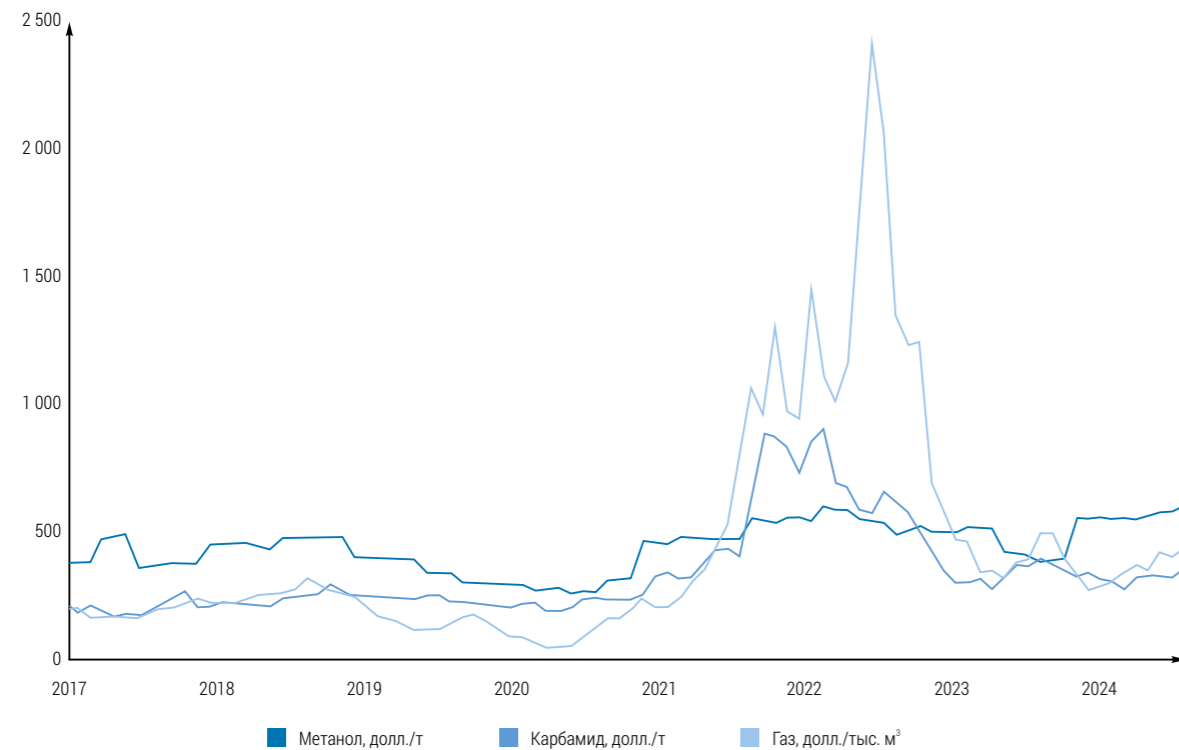


Рис. 2. Цены на природный газ, карбамид и метанол в Европе

Источники: World Bank, Methanex, Аналитический центр ТЭК

В результате из-за высоких цен на газ производимая в ЕС газохимическая продукция стала неконкурентоспособной по сравнению с продукцией из стран с доступом к дешевому газу (Россия, Ближний Восток, США). Поэтому до 70% мощностей по производству аммиака и азотных удобрений в Европе были вынуждены останавливать производство или существенно снижать загрузку мощностей. При этом часть из них так и не вернулась в строй.

Резкое сокращение поставок российского трубопроводного газа в Европу существенно повысило интерес к проектам его переработки в России. Кроме того, на внутреннем рынке также наблюдается увеличение потребления продуктов газохимии. На текущий момент к строительству заявлено более 10 газохимических производств с различным уровнем проработки, совокупные мощности которых превышают 15 млн т. С учетом высокой капиталоемкости проектов необходимо создать благоприятные инвестиционные условия для их реализации.

При этом запуск новых газохимических проектов сопряжен с высокими инвестиционными рисками, поэтому особенности каждого из рынков необходимо рассматривать по отдельности.

В целом мировые мощности по производству аммиака к 2035 г. достигнут 260 млн т, при этом среднегодовой прирост составит 1%, что соответствует динамике потребления аммиака в мире

Аммиак и азотные удобрения

Итоги 2022–2023 гг. Основные объемы аммиака потребляются в регионах его производства, мировая торговля данным продуктом развита слабо – экспортируется всего порядка 10% производимых объемов. Из-за исторических особенностей развития отечественной аммиачной промышленности и строительства уникальных инфраструктурных объектов (аммиакопровод «Тольятти – Одесса», комплекс по перевалке аммиака в Одессе) Россия

Порт Южный, Одесса

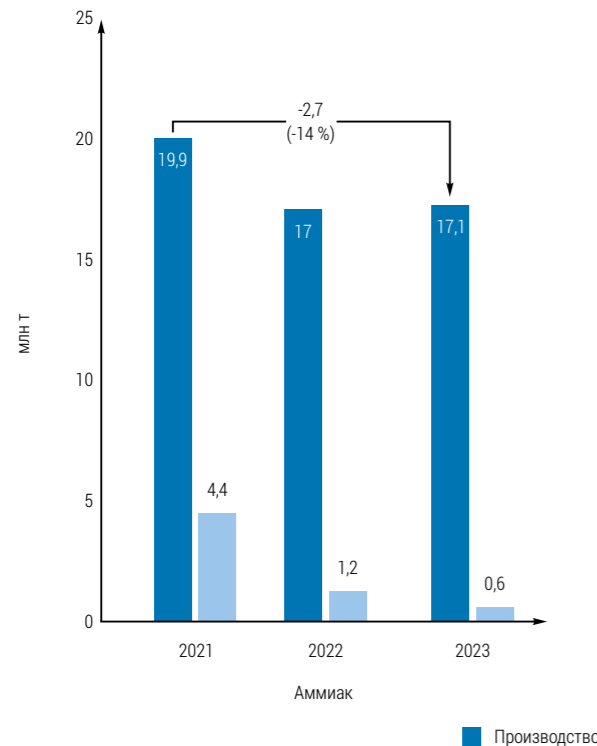
Источник: cont.ws



Аммиак является крайне перспективным веществом для хранения и транспортировки водорода потребителям. В жидком аммиаке содержится в 1,7 раз больше водорода, чем в жидком водороде

является одним из немногих крупных поставщиков аммиака на мировые рынки. Несмотря на то, что до 2022 г. РФ являлась крупнейшим экспортером аммиака (на ее долю приходилось почти четверть мировой торговли), по большей части производимый в стране аммиак идет на покрытие потребностей внутреннего рынка, в основном для производства азотных удобрений. Так, в 2021 г. было выпущено 19,9 млн т аммиака, а на внешние рынки было поставлено всего 4,4 млн т, т. е. доля экспорта составляет менее четверти производства. Последние 2 года стали серьезным испытанием для отрасли.

Рис. 3. Производство аммиака и его потребление для производства азотных удобрений в РФ



В прошедшем году экспорт аммиака из РФ упал более чем в 7 раз, в основном за счет выпадения объемов, которые транспортировались по аммиакопроводу «Тольятти – Одесса». В результате производство снизилось на 14% и составило порядка 17,1 млн т (рис. 3).

Выпуск азотных удобрений, наоборот, показал небольшой рост. Так, в 2023 г. за счет запуска 2 новых агрегатов карбамида на действующих аммиачных площадках (на «Тольяттиазоте» мощностью 0,7 млн т и на «КуйбышевАзоте» мощностью 0,5 млн т с общим объемом потребления порядка 0,7 млн т/г. аммиака), а также в результате дозагрузки и модернизации действующих мощностей потребление аммиака для производства азотных удобрений увеличилось на 10% и достигло 15,3 млн т (рис. 3). Экспорт азотных удобрений также показал положительную динамику – рост на 5% относительно показателей 2021 г. Наметившиеся тенденции в секторе азотных удобрений позволили снизить негативный эффект ограничения экспорта аммиака.

Стоит также отметить, что на фоне остановки азотных мощностей в Европе российским производителям удалось существенно нарастить поставку азотных

Источники: Росстат, Аналитический центр ТЭК

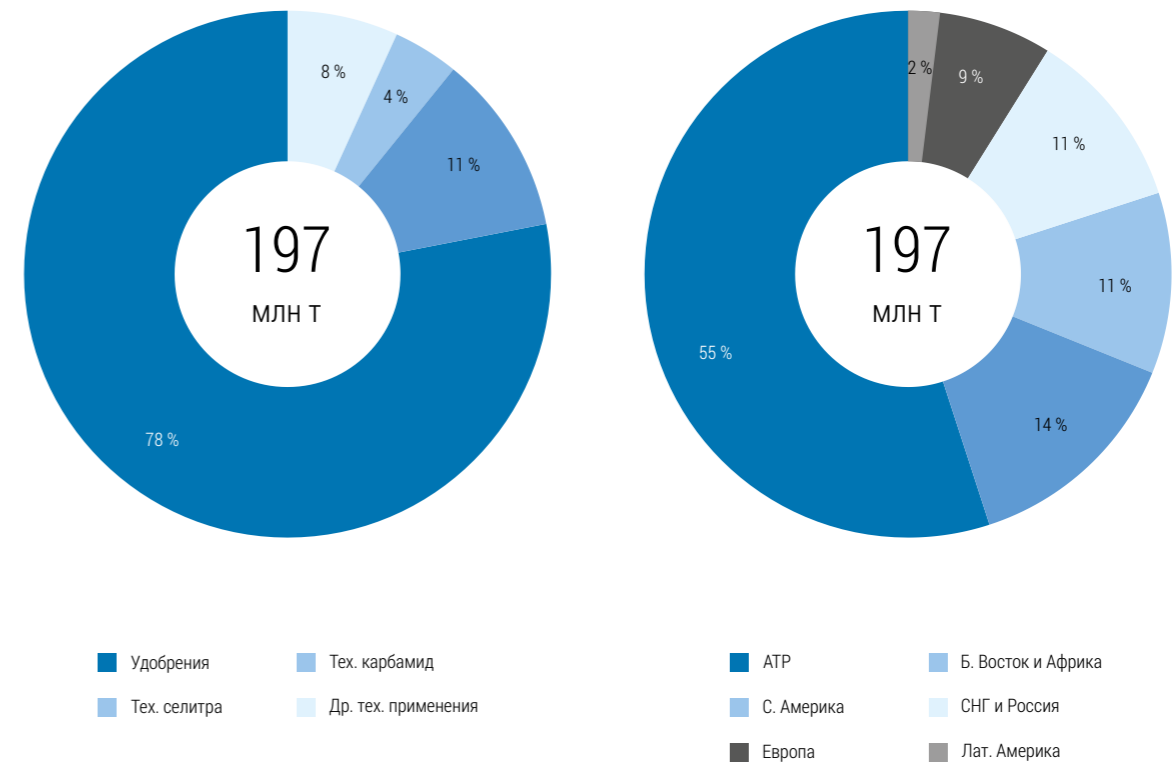
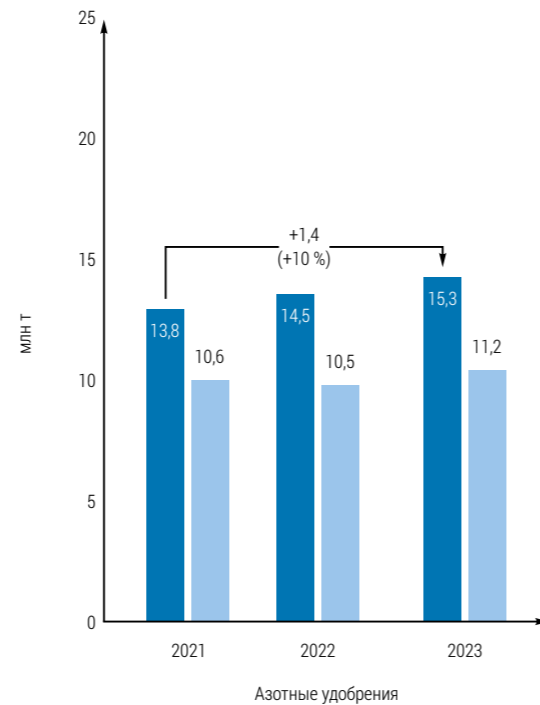


Рис. 4. Структура потребления аммиака в мире в 2023 г., млн т

Источники: IFA, Аналитический центр ТЭК, мировые агентства

удобрений в страны ЕС, что дополнительно позволило снизить транспортные расходы. Фактически импорт природного газа из РФ был заменен продукцией более высокого передела. В результате Россия стала крупнейшим поставщиком удобрений в ЕС: за 2022 г. европейскими потребителями было импортировано удобрений на 2,6 млрд евро.

Мировые тренды. Мировой спрос на аммиак сегодня составляет порядка 200 млн т/г. Более 75% потребления приходится на производство удобрений (рис. 4), поэтому аммиачная отрасль очень устойчива к глобальным финансовым и экономическим потрясениям, но при этом обладает достаточно невысокими темпами роста. Ключевым регионом с точки зрения спроса является АТР – на его долю приходится порядка 55% совокупного потребления.

Более половины потребления азотных удобрений в прогнозном периоде будет приходиться на карбамид (рис. 5): его доля в прогнозном периоде незначительно снизится. Крупнейшим потребителем азотных удобрений в мире является Китай, но в этой стране есть тенденция к стагнации спроса в прогнозном периоде.

Вторая по потреблению азотных удобрений страна в мире – Индия – останется ключевым игроком на рынке. Там рост спроса составит 1,2% г/г. Кроме того, потребление в странах Латинской Америки, которые являются ключевыми импортерами продукции из РФ, будет расти достаточно высокими темпами – более 1,5% г/г. В целом ожидается, что спрос на азотные удобрения сохранит текущую динамику и будет расти на 0,9% в год. К 2035 г. их мировое потребление увеличится до 136 млн т действующего вещества, что эквивалентно 170 млн т аммиака.

В связи со снижением темпов роста спроса также прогнозируется замедление ввода новых метанольных проектов, в результате к 2035 г. мировые мощности составят порядка 195 млн т

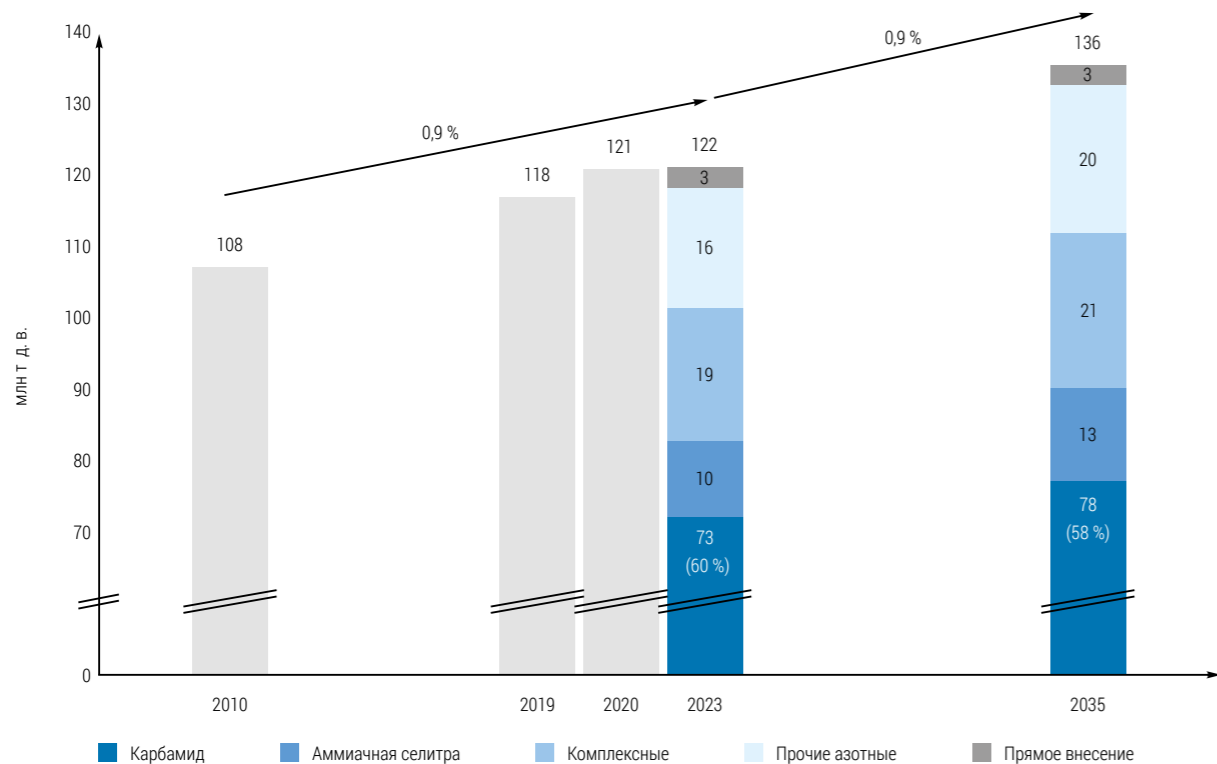


Рис. 5. Прогноз мирового потребления азотных удобрений

Источники: IFA, Аналитический центр ТЭК, мировые агентства

В 2023 г. совокупные аммиачные мощности составляли 232 млн т, т. е. загрузка была на уровне 85%. Ожидается, что в ближайшие годы более 50% вводимых мощностей будут реализованы в странах с доступом к дешевому сырью (рис. 6). В целом мировые мощности к 2035 г. достигнут 260 млн т, при этом среднегодовой прирост составит 1%, что соответствует динамике потребления аммиака в мире.

Новые проекты в РФ и перспективы развития отрасли. Как отмечалось выше, события 2022 г. выявили существенные проблемы с инфраструктурой для экспорта аммиака (рис. 7). В отсутствие наливных терминалов в РФ отечественные производители пользовались транзитом через Украину и страны Балтии. На данный момент эти каналы сбыта недоступны. Именно поэтому «Уралхим», в состав которого входит крупнейший экспортер аммиака «Тольяттиазот», активно занимается строительством терминала по перевалке газохимической продукции на Черном море. В случае успешного завершения строительства терминала и запуска новых карбамидных агрегатов в ближайшие годы российские производители данными мера-

ми смогут компенсировать большую часть утерянного экспорта аммиака.

В 2025 г. ожидается запуск производства компании «Щекиноазот» – 525 тыс. т аммиака и 700 тыс. т карбамида.

К 2030 г. запланировано завершение еще нескольких крупных проектов:

1. «Еврохим С-3 2» – 1,1 млн т аммиака и 1,4 млн т карбамида в Ленинградской области.
2. Газохимический комплекс (ГХК) на заводе «Ставролен» Группы «ЛУКОЙЛ» – производство 1,75 млн т карбамида в городе Буденновске Ставропольского края.
3. НЗМУ (Находкинский завод минеральных удобрений) – производство 3 млн т карбамида на востоке РФ в рамках 2-го этапа.

Кроме этого, на стадии принятия инвестиционного решения находится газохимический проект «НОВАТЭКа» на Ямале – «Обский ГХК».

Также заявлен ряд проектов различных компаний по увеличению мощности действующих агрегатов аммиака и азотных удобрений.

Завершение всех инвестиционных проектов в перспективе не приведет к значи-

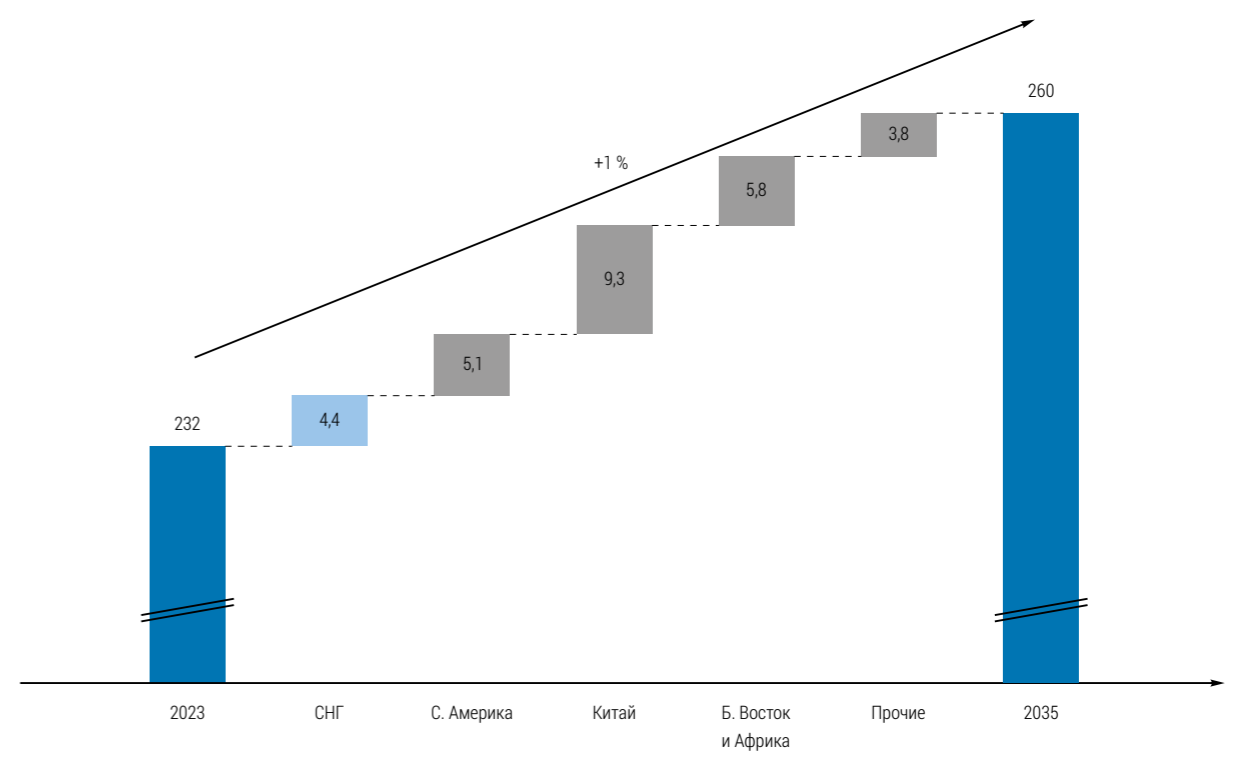


Рис. 6. Прогноз ввода аммиачных мощностей в мире, млн т

Источники: IFA, Аналитический центр ТЭК, мировые агентства

КАНАЛ СБЫТА	ЗАВОДЫ	ОБЪЕМ ЭКСПОРТА В 2020 г., млн т
<p>Аммиакопровод «Тольятти – Одесса»</p> <ul style="list-style-type: none"> На данный момент не функционирует, планировалось снижение загрузки за счет запуска агрегатов карбамида на ТОАЗ В Тамани реализовывается перевалочный комплекс аммиака и минеральных удобрений. К 2026 г. объем перевалки может составить до 3,5 млн т аммиака в год 	«Тольяттиазот», Минудобрения	2,5
<p>Завод – ЖД – собственный терминал в Европе</p> <ul style="list-style-type: none"> Порты – Вентспилс («Уралхим») и Силламяэ («Акрон» и «ЕвроХим») В настоящее время работа наливных терминалов российских компаний в ЕС приостановлена 	«Уралхим», «Акрон», «ЕвроХим»	1,1
<p>Поставки по ЖД</p> <ul style="list-style-type: none"> Основные объемы (порядка 550 тыс. т) идут в европейские страны и Украину На данный момент цепочки поставок нарушены 	Все экспортеры аммиака	0,6

Рис. 7. Экспортные каналы сбыта аммиака в РФ

Источники: данные операторов ЖД, Аналитический центр ТЭК

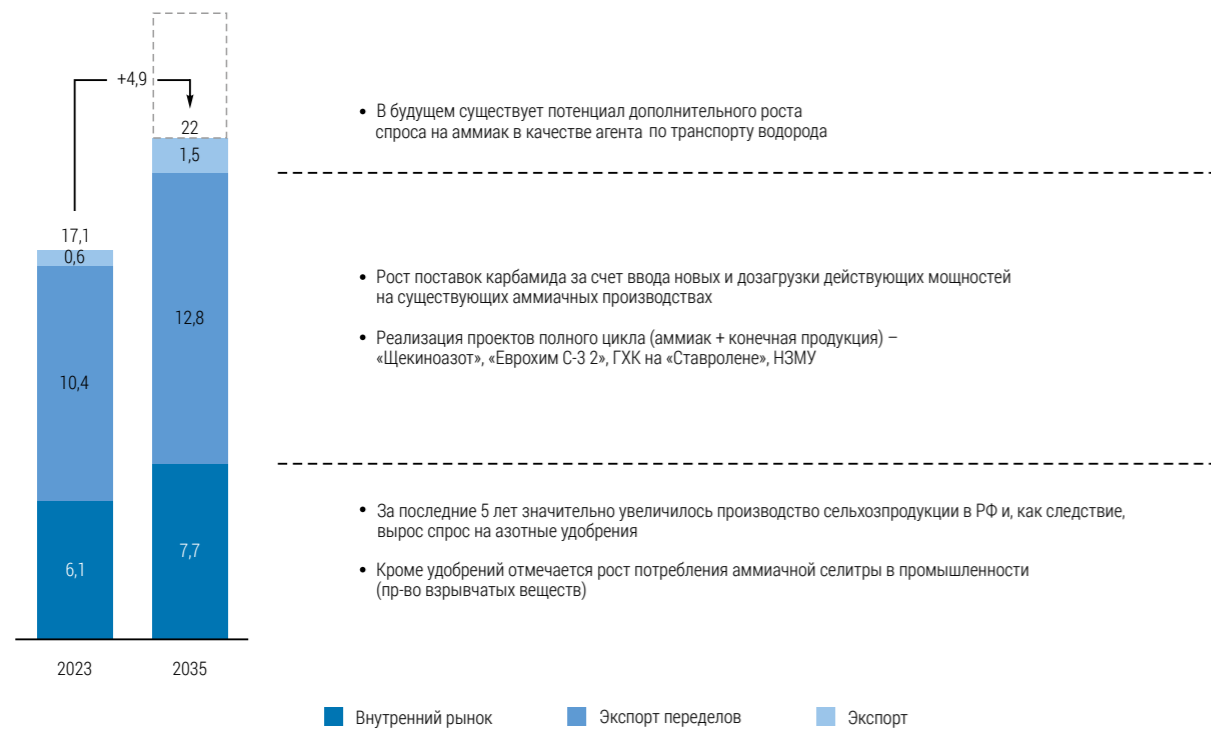


Рис. 8. Структура реализации российского аммиака, млн т

Источники: IFA, данные компаний, Аналитический центр ТЭК

тельным изменениям структуры реализации аммиака в России (рис. 8). Это связано с рядом факторов:

- рост экспорта переделов аммиака будет обеспечиваться как проектами полного цикла (производство аммиака из природного газа + производство переделов), так и вводом агрегатов карбамида, аммиачной селитры и прочих удобрений на действующих аммиачных комплексах;
- активное развитие агросектора РФ способствует росту спроса на удобрения на внутреннем рынке. В частности, за 2022 г. объем закупки минеральных удобрений АПК России увеличился более чем на 10%.

Стоит также отметить, что аммиак является крайне перспективным веществом для хранения и транспортировки водорода потребителям. В жидком аммиаке содержится в 1,7 раз больше водорода, чем в жидком водороде. При этом его транспортировка существенно дешевле и безопаснее перевозки водорода. Поэтому в будущем существует потенциал дополнительного роста спроса на аммиак в качестве агента по транспорту водорода.

Конкурентоспособность продукции РФ на мировых рынках. Более 50% в структуре операционных затрат на производство аммиака и карбамида составляет природный газ. Поэтому страны с доступом к дешевому сырью (Россия, Ближний Восток) могут конкурировать с производителями в странах-потребителях.

В большинстве стран-экспортеров присутствует государственное регулирование цен на газ, т. е. затраты на сырье для производителей газохимической продукции не зависят от ценовой конъюнктуры рынка газа. Поэтому при росте мировых цен на газ, а следовательно, и цен на конечную продукцию, сырьевое преимущество и экономическая эффективность экспортных поставок из таких стран существенно увеличиваются.

С другой стороны, новые мощности в РФ будут также конкурировать с проектами из стран с дешевым сырьем. Страны Ближнего Востока могут иметь меньшее транспортное плечо, более дешевое финансирование и доступ к мировым технологиям, поэтому реализация новых аммиачных и карбамидных проектов сопряжена с высокими инвестиционными рисками. Однако с учетом текущих проблем с экспортом аммиака, наиболее эффективным может

стать строительство комплексов азотных удобрений на базе существующих аммиачных мощностей. Реализация данных проектов позволит решить сразу несколько проблем: рост загрузки аммиачных мощностей за счет естественного снижения его экспорта, расширение списка рынков для поставки конечной продукции, снижение затрат на логику готовой продукции.

Метанол

Итоги 2022–2023 гг. В отличие от аммиачной, метанольная отрасль России играет меньшую роль в мировой торговле – доля отечественных поставок всегда составляла менее 10%. Стоит отметить, что почти половина произведенного в РФ метанола отправляется на экспорт (рис. 9), т. е. отрасль крайне чувствительна к зарубежным поставкам продукции. При этом до 2023 г. в структуре импортеров российского метанола преобладали европейские страны.

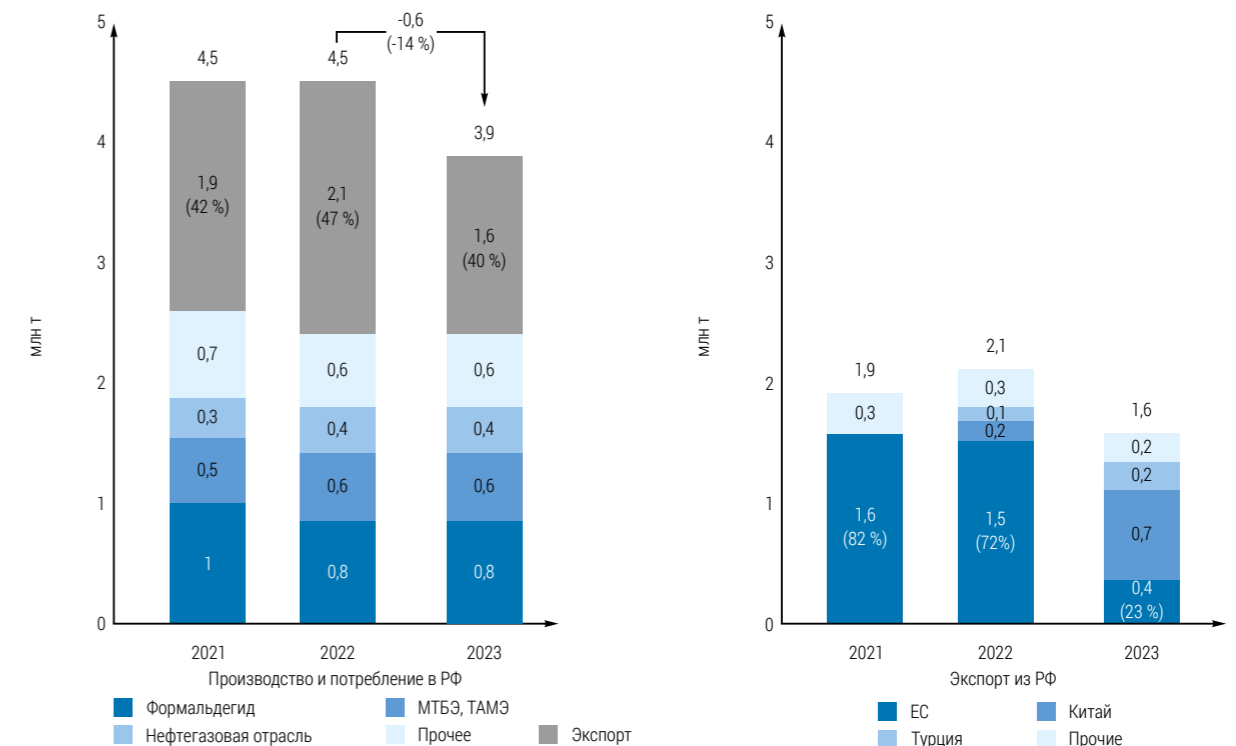
Окончательный запрет на поставки российского метанола в Европу вступил в силу только в июне 2023 г., поэтому в 2022 г. еще не наблюдалось снижения экспорта. Еще в 2022 г. производители

заранее начали перенаправлять поставки на другие рынки – экспорт в Китай составил 160 тыс. т. По результатам 2023 г. поставки в Китай выросли в 3,5 раза и превысили 700 тыс. т, в Турцию через черноморские порты – в 2 раза, до 230 тыс. т. Несмотря на это, сохраняются существенные проблемы в логистике зарубежных поставок, в основном из-за ограничений в наливной инфраструктуре. Поэтому по результатам 2023 г. экспорт метанола из РФ сократился на 25%, до 1,6 млн т, а объем производства составил 3,9 млн т.

Спрос на метанол в РФ со среднегодовым приростом в пределах 1,5–2% полностью обеспечивается собственным производством. Кроме того, часть продукции, выпускаемой заводами-потребителями метанола, также была ориентирована на рынок ЕС (МТБЭ, СКИ). Поэтому внутренний рынок не стоит рассматривать как драйвер долгосрочного развития отрасли. Единственным источником существенного прироста потребления метанола в РФ может стать реализация проектов МТО (Methanol-To-Olefin): для производства 1 млн т олефинов потребуется порядка 3 млн т метанола, что превышает

Рис. 9. Производство метанола, структура его потребления в РФ и экспорта

Источники: Росстат, данные операторов ЖД, Аналитический центр ТЭК



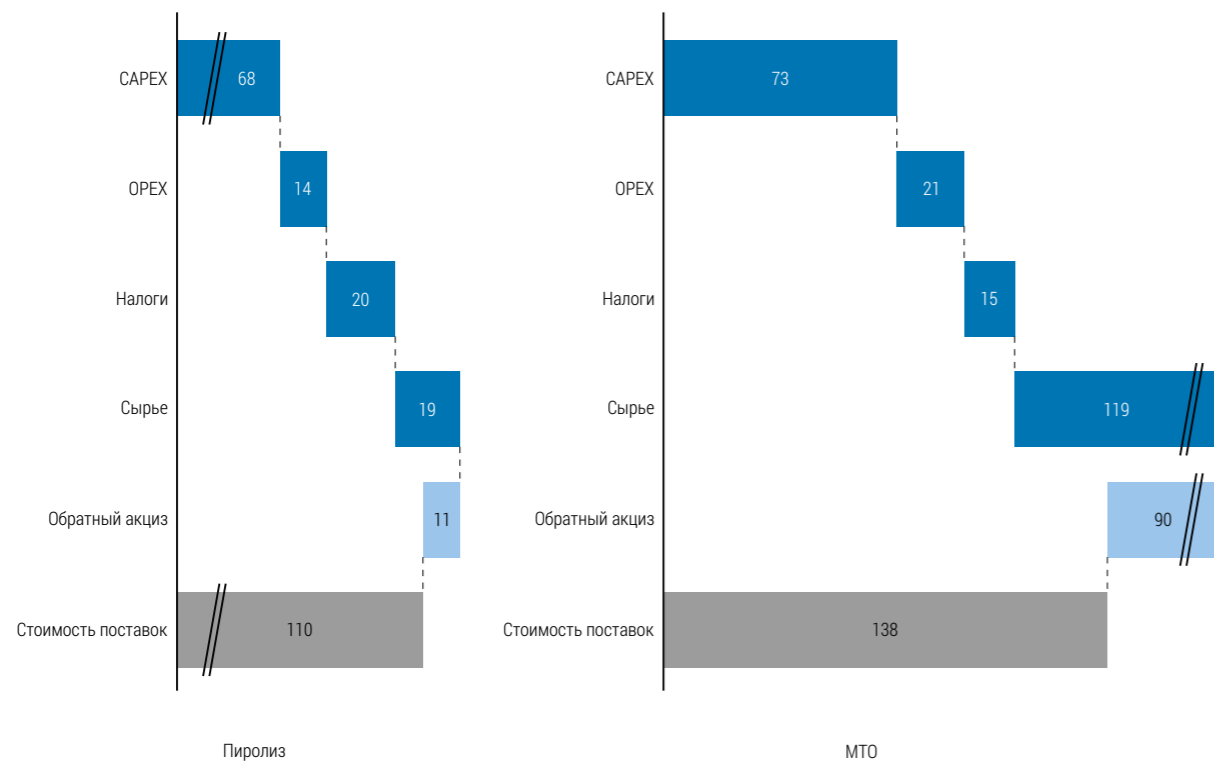


Рис. 10. Сравнение экономики этанового пиролиза и MTO, тыс. руб./т полиэтилена

Источник: Аналитический центр ТЭК

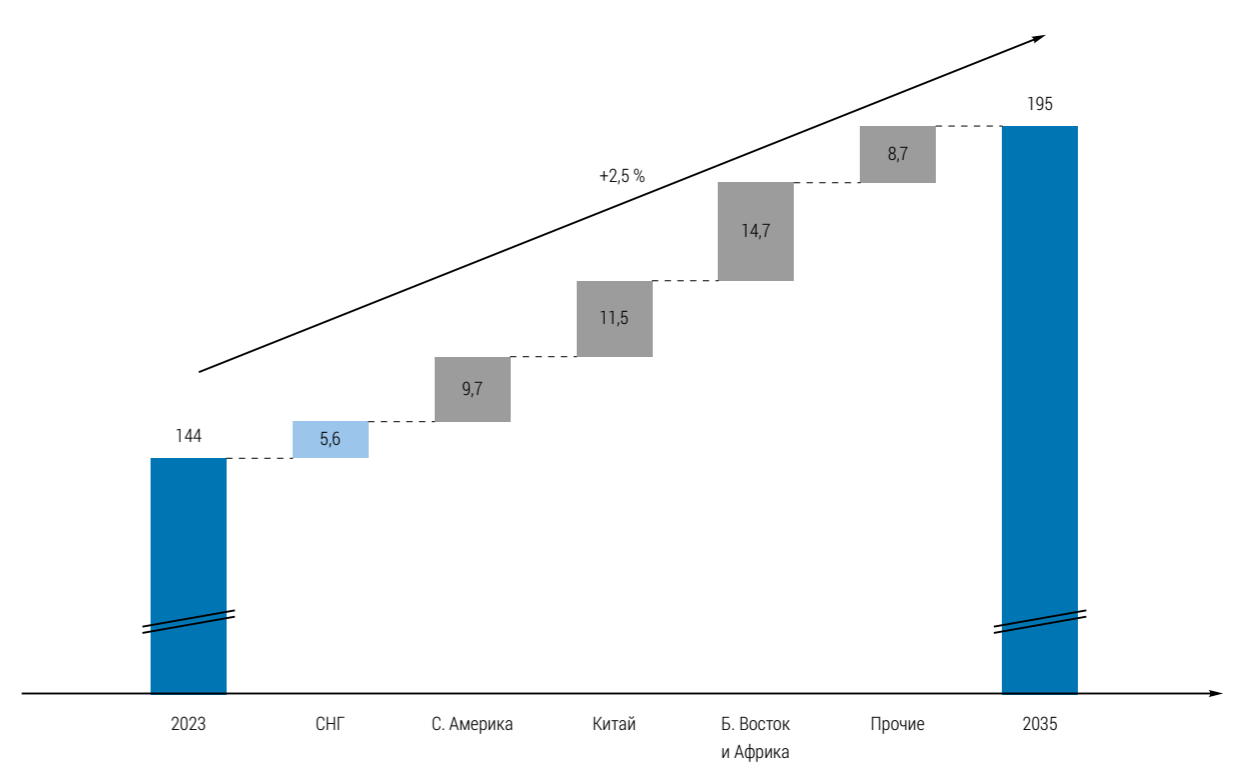


Рис. 12. Прогноз ввода метанольных мощностей в мире, млн т

Источники: IFA, Аналитический центр ТЭК, мировые агентства

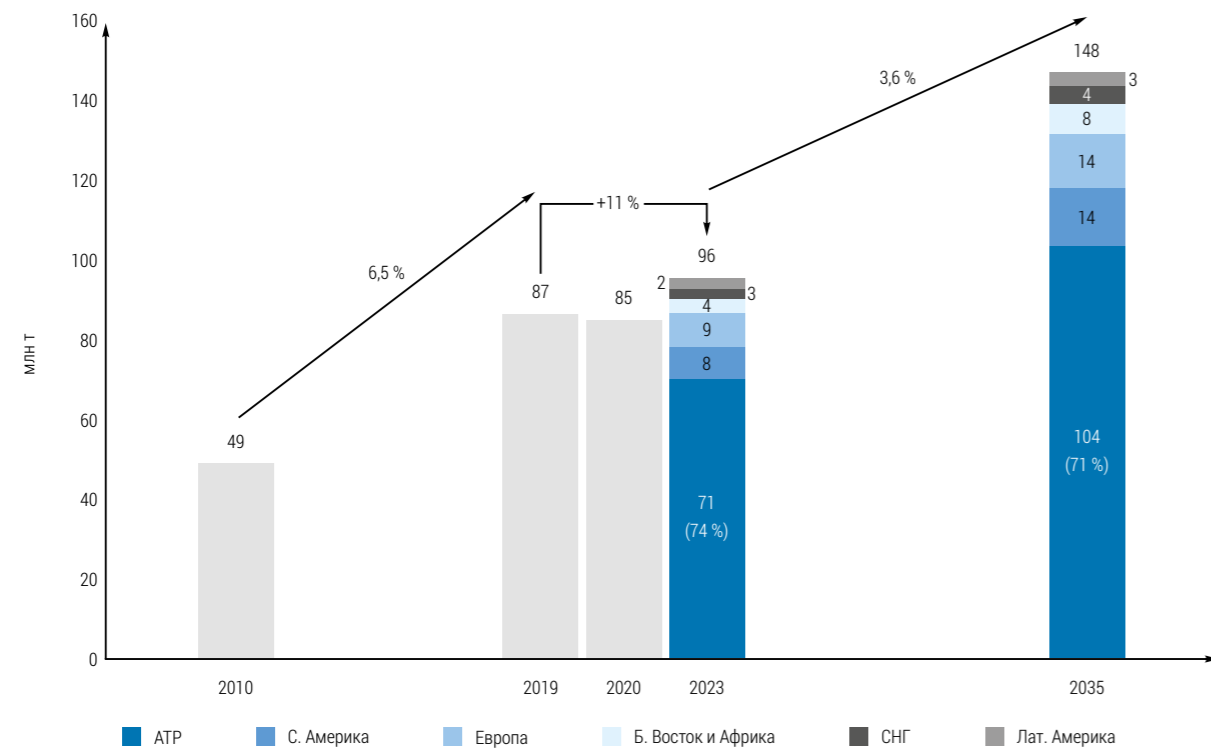


Рис. 11. Прогноз мирового потребления метанола по регионам

Источники: MMSA, Argus, Аналитический центр ТЭК, мировые агентства

весь объем экспорта из РФ. Но с учетом доступности традиционного сырья для пиролизом (этан, СУГ и нефтя), инвестиционная привлекательность таких проектов пока под сомнением (рис. 10).

Мировые тренды. Основным потребителем метанола с долей более 70% в прогнозном периоде будет АТР (рис. 11). Ключевым игроком на рынке останется Китай за счет ввода новых проектов MTO/MTP и роста производства формальдегида. При этом значительный рост мировых цен на уголь и газ и введение системы регулирования выбросов в Китае сделали проекты MTO менее эффективными и привлекательными для инвесторов. С другой стороны, в связи с экологической повесткой наблюдается рост топливного применения метанола как в виде производных (МТБЭ, ДМЭ и биодизель), так и прямого использования метанола и смешивания с бензином. В целом ожидается замедление роста спроса на метанол. К 2035 г. мировое потребление увеличится до 148 млн т с CAGR в 3,6%.

В связи со снижением темпов роста спроса также прогнозируется замедление ввода новых метанольных проектов, в результате к 2035 г. мировые мощности

составят порядка 195 млн т (рис. 12). Свою позицию на мировом рынке метанола будет усиливать Иран, в котором к 2035 г. запланирован ввод мощностей более чем на 6 млн т. Ожидаемая динамика спроса будет опережать ввод новых проектов (среднегодовой прирост составит порядка 2,5%), что приведет к росту средней загрузки мощностей в мире к 2035 г.

Новые проекты в РФ и перспективы развития отрасли. Как отмечалось ранее, в РФ наблюдается существенная нехватка инфраструктуры по перевалке метанола (небольшие терминалы в портах Темрюк и Кавказ и единственный специализированный терминал в порту Восточный мощностью 1 млн т). Поэтому до ввода запрета на экспорт метанола в ЕС ключевым экспортным каналом сбыта являлся финский порт Хамина-Котка, в котором находится несколько перевалочных терминалов, часть из которых создана в партнерстве с российскими компаниями (рис. 13). Также с июня 2023 г. прекратились прямые поставки метанола в Европу по железной дороге.

В результате в текущем году остро встал вопрос развития портовых мощностей в РФ. Рассматривается 3 варианта развития метанольной инфраструктуры:



Рис. 13. Структура экспорта метанола из РФ в 2020 г., млн т



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОРТОВЫХ МОЩНОСТЕЙ

Терминалы в составе припортовых производственных комплексов

- Планируются в Высоцке, Усть-Луге, на Дальнем Востоке
- Возможна перевалка сторонней продукции при наличии ж/д инфраструктуры

Строительство новых терминалов по перевалке

- Проекты таких терминалов есть в портах Усть-Луга и Тамань
- Метанол – взрывоопасный и ядовитый груз, что накладывает свои ограничения на проектирование новых терминалов

Перепрофилирование нефтепродуктовых терминалов

- Данное решение позволит задействовать уже существующую инфраструктуру и сократить затраты
- Ввиду сокращения экспорта СУГ «Сибуром» через «Портэнерго» компания рассматривает возможности реконструкции для перевалки метанола

Источники: Trade Map, Аналитический центр ТЭК

1. Строительство терминалов по перевалке в составе новых метанольных заводов.
2. Строительство терминала «с нуля».
3. Перепрофилирование нефтепродуктовых терминалов.

С учетом текущего резкого выпадения экспортных каналов сбыта наиболее быстрым, реалистичным, а потому и перспективным решением является перепрофилирование нефтепродуктовых терминалов. Этот вариант подразумевает использование уже существующей (иногда простаивающей) инфраструктуры. Требования к метанольным терминалам схожи с требованиями к СУГовым и нефтепродуктовым объектам, поэтому этот вариант позволит существенно сократить затраты на строительство и сроки развития портовой инфраструктуры.

Несмотря на рост спроса на востоке, большинство новых метанольных проектов запланировано на западе РФ, где наблюдается профицит газа. Поэтому еще одним перспективным направлением долгосрочного развития инфраструктуры является строительство современных перевалочных терминалов на Дальнем Востоке для кратного

увеличения поставок метанола в Китай и другие страны АТР.

На текущий момент планируется строительство большого количества метанольных мощностей – на западе РФ это заводы компаний «Русхим», «Балтийский метанол», GTM One, на востоке – ECH и НЗМУ. Но с учетом запрета на поставки в Европу и отсутствия достаточного объема мощностей по перевалке на западе РФ реализация всех заявленных метанольных проектов кажется маловероятной.

Конкурентоспособность продукции РФ на мировых рынках. Затраты на логистику метанола как взрывоопасного и ядовитого груза в несколько раз превышают стоимость транспорта сыпучего карбамида. Аналогичная ситуация с перевалкой жидких продуктов. В связи с этим логистика в структуре себестоимости метанола играет гораздо большую роль. Кроме того, удельные капитальные затраты на тонну метанола ниже, чем на аммиак и карбамид, поэтому новые проекты на востоке РФ могут выигрывать по эффективности у действующих в зоне ЕСГ, несмотря на инвестиции в строительство. Но, в отличие от зоны ЕСГ, на востоке РФ доступ к природному газу ограничен.

Отдельно стоит отметить, что существенный рост спроса на метанол ожидается только в Китае, при этом данный рынок является высококонкурентным. Цены в Китае ниже цен в других странах Азии за счет закупок значительных объемов санкционного метанола из Ирана, который продается со скидкой. Поэтому экономическая эффективность экспортных поставок в Китай остается под вопросом.

Заключение

Резкое сокращение поставок российского трубопроводного газа в Европу существенно повысило интерес компаний к газохимическим проектам как к способу монетизации ресурсного потенциала. В свою очередь, как метанольная, так и аммиачная отрасли также столкнулись со значительными вызовами. В первую очередь это нарушение сложившихся цепочек поставок – большие объемы конечной продукции либо экспортировались в страны ЕС, либо использовали европейскую инфраструктуру для транзита. Стремительный рост мировых цен на природный газ привел к увеличению стоимости газохимической продукции, что позволило боль-

шинству российских компаний нарастить выручку в 2022 г.

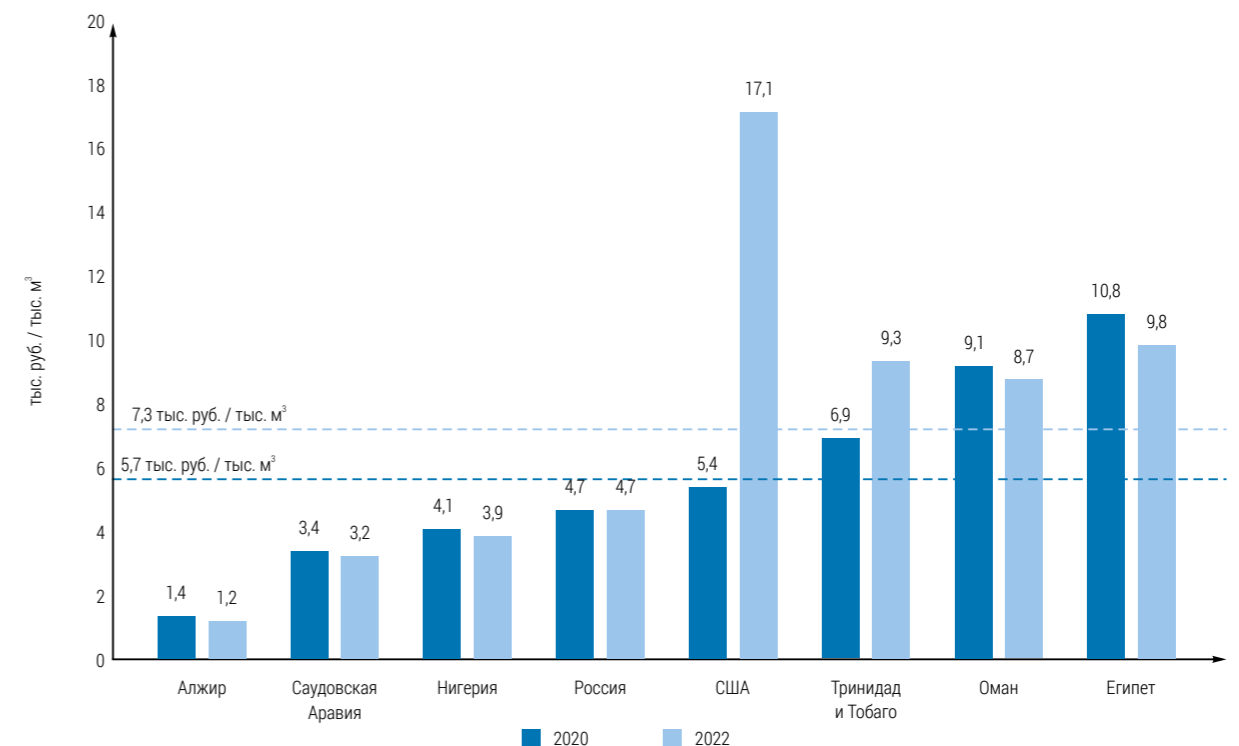
Но стоит отметить, что дальнейшее развитие отрасли осложнено рядом факторов:

- сужение рынков сбыта из-за введенных санкций;
- ограничение доступа к технологиям производства химической продукции;
- ограничения на поставки оборудования и услуг;
- необходимость быстрого развития экспортной инфраструктуры;
- ограниченность источников недорогого финансирования.

Ключевым конкурентным преимуществом отечественной промышленности остается доступ к дешевому сырью. При этом, помимо РФ, есть ряд стран с низкими регулируемые ценами на природный газ (рис. 14), в которых также заявлено большое количество новых проектов. Некоторые из них обладают также логистическим и технологическим преимуществом. Поэтому для поддержания высокой конкурентоспособности отрасли необходимо создание четкой государственной стратегии развития, которая бы включала как интересы государства, так и промышленных компаний.

Рис. 14. Сравнение цен на природный газ в странах-производителях газохимической продукции

Источники: IGU, Аналитический центр ТЭК



Энергетика для новой промышленной революции

Energy for a New Industrial Revolution

Дмитрий ХОЛКИН
Генеральный директор АНО «Центр энергетических систем будущего «Энерджинет»
E-mail: dvh@internetofenergy.ru

Dmitry KHOLKIN
General Director of the Future Energy Systems Center Energynet
E-mail: dvh@internetofenergy.ru

Игорь ЧАУСОВ
Директор аналитического направления АНО «Центр энергетических систем будущего «Энерджинет»
E-mail: chi@internetofenergy.ru

Igor CHAUSOV
Director of Analytic branch of the Future Energy Systems Center Energynet
E-mail: chi@internetofenergy.ru

Москва-сити

Источник: [sachkov / depositphotos.com](https://sachkov.depositphotos.com)



Аннотация. Проводится анализ влияния трансформации энергетики на смену технопромышленного уклада и рост производительности экономики. Это влияние демонстрируется как на примере реализации плана ГОЭЛРО и индустриализации в СССР, так и на современных примерах. Показаны требования к энергетике в связи с новой промышленной революцией и практики нового энергетического уклада.

Ключевые слова: энергетический переход, технопромышленный уклад, промышленная революция, энергетический уклад, ГОЭЛРО.

Abstract. The analysis of energy transitions influence on technological paradigm and workforce productivity is shown. This influence is approved by the examples of GOELRO plan implementation, and USSR industrialization, and modern examples. Requirements to energy sector from the new technological revolution and connected practices of new energy paradigm is also shown.

Keywords: energy transition, technological paradigm, industrial revolution, energy paradigm, GOELRO plan.

||

Цифровизация и роботизация промышленности, сельского хозяйства и транспорта является мощным фактором роста производительности труда

Можно ли перейти к технопромышленному укладу киберфизических систем и искусственного интеллекта на базе старых энергетических технологий? Могут ли интеллектуальные роботы питаться энергией от угольных станций или они будут привередливо потреблять только «зеленую» энергию от ВИЭ? Влияет ли энергетика на новый скачок роста производительности экономики или её потенциал в данной сфере уже исчерпан?

Ответы на эти вопросы помогут нам найти новые смыслы энергетического перехода. Согласно наиболее распространенному представлению, проходящая во всем мире трансформация энергетики связана в первую очередь с ответом на климати-



Сельское хозяйство в РФ исторически отличалось низкой производительностью

Источник: Алексей Мазурин / istokiuroki.ru

ческие вызовы, а во главу угла поставлена цель снижения выбросов парниковых газов. Однако развитие всегда носит комплексный характер, и существуют другие «углы» и точки зрения, исходя из которых тот же самый энергопереход выглядит иначе: в контексте этих аспектов он наделяется другими смыслами. Мы обсудим энергопереход в контексте смены технопромышленного уклада во взаимосвязи с третьей (по некоторым классификациям – четвертой) промышленной революцией.

Косвенные ответы на заданные вопросы подсказывает нам стимпанк – направление научной фантастики, подразумевающее альтернативный вариант развития че-

ловечества, в совершенстве освоившего механику и технологии паровых машин. В мире стимпанка нет электричества, а тем более цифрового компьютерного управления. Заводы и фабрики, оружие, транспортные средства (в т. ч. летательные аппараты), бытовые приборы, вычислительные машины и роботы здесь аналоговые и создаются при помощи самых изощренных, но далеких от совершенства современной техники механических технологий, подпитываемых энергией пара. Примечательно, что такой мир обычно выражен общей стилизацией под эпоху викторианской Англии (вторая половина XIX в.) и эпоху раннего капитализма с характерным городским пейзажем и контрастным социальным расслоением. Стимпанк метафорически демонстрирует нам, что остановка в развитии энергетики ограничивает появление нового техпромышленного уклада и тормозит развитие общества.

В недавно опубликованной статье «Энергетический переход с инженерной точки зрения» мы показали, что существует корреляция между этапами развития техники, волнами экономического (технопромышленного) развития и энергетическими укладами [1]. В фантастическом мире стимпанка мы наблюдаем механический этап развития техники, апогей первой промышленной революции, тотальность парового энергоуклада. В настоящей реальности человечество уже прошло следующий, электрический этап развития техники и связанные с ним промышленную революцию и становление электрического энергоуклада. Более того, сейчас полным ходом разворачивается электронный (киберфизический) этап развития техники, создавая технологическую базу для новой промышленной революции. И возникает

Наша гипотеза состоит в том, что смена энергетического уклада сущностно определяется появлением качественно новой техники и критическим образом влияет на систему хозяйствования



Автоматизация сельского хозяйства
Источник: vanitjan / depositphotos.com

закономерный вопрос: как должна вписываться в этот цивилизационный процесс трансформация энергетики?

Наша гипотеза состоит в том, что смена энергетического уклада сущностно определяется появлением качественно новой техники и критическим образом влияет на систему хозяйствования, и, как следствие, на развитие общества. В частности, индикатором такого влияния является показатель производительности труда или производительности экономики.

Производительность труда – основная цель плана ГОЭЛРО

В материалах столетней давности о подходах к электрификации России, подготовленных комиссией ГОЭЛРО во главе с Глебом Кржижановским, встречается мысль, которая не присуща современной энергетической политике. Она переворачивает привычную последние десятилетия в отрасли логику развития: не энергетика подстраивается под перспективы развития экономики, а, наоборот, проект ее изменения «является красной руководящей нитью для всей созидательной хозяйственной деятельности, строительными лесами для плана развития экономики» [2]. Можно, конечно, считать этот тезис устаревшим вместе с практикой государственного планирования. Однако и вопрос взаимного влияния энергетики и экономики, и от-

вет на него сегодня, как и тогда, остаются принципиально важными.

В начале XX в. был дан однозначный ответ на этот вопрос. Авторы плана ГОЭЛРО считали, что поскольку «целью всякой хозяйственной деятельности является достижение наибольших результатов при наименьших усилиях», то ключевым показателем плана развития экономики и его ключевой составляющей – плана электрификации – является производительность труда. По их мнению, «производительность может быть повышаема в 3 направлениях:

- 1) путем интенсификации труда, то есть большей его напряженности в единицу времени;
- 2) путем механизации, то есть заменой мускульных усилий людей и животных энергией механической;
- 3) путем рационализации, то есть упорядочения труда на разумных основаниях» [2].

Электрификация системы хозяйствования «является могучим фактором, действующим во всех этих трех направлениях» [2].

1. Интенсификация труда увеличивается за счет повышения быстроты и скоординированности всевозможных механических операций. «Электрический привод обеспечивает любые требуемые скорости движения (вращения), при этом дает возможность выделить тот или иной ответственный элемент

Грузовик на шоссе

Источник: Muller_M / depositphotos.com



производства на самостоятельно работающий электромотор», тем самым позволяя гибко организовывать производственный процесс.

2. Широкая механизация становится возможной благодаря развитию сетевой энергетики на основе централизованных электрических районных станций. Масштабные энергетические системы позволяют поставлять энергию в разные точки страны, «оплодотворяя ею все подразделения народного хозяйства».
3. Рационализация труда обеспечивается за счет комплексного проектирования и планирования, при которых «отпадает весь ненужный балласт так называемых излишних непроизводительных издержек, результат взаимной неслаженности отдельных частей работающего организма, перепроизводство в одной области и недопроизводство в органически с ней связанной соседней, перекрест движущихся грузов и т. д. и т. п.». Электрификация позволяет снять ограничения на подвод энергии к любому комбинату, заводу, участку производства, тем самым обеспечивая возможность рационального размещения и организации производственных цепочек.

В результате Первой мировой войны и двух революций в России на момент разработки плана ГОЭЛРО была крайне низкая производительность труда. Например, катастрофической расценивалась ситуация в сельском хозяйстве: «низкая производительность труда, малая величина душевых норм потребления, примитивность первоначальной обработки добываемых продуктов, а следовательно, их низкая рыночная ценность и транспортная громоздкость». Эта ситуация усугублялась тем, что значительная часть мужского населения деревень находилась в армии.

На этом фоне возможности, которые открывала электрификация сельского хозяйства, были спасательными. Она позволяла обеспечить механизацию мелиоративных работ, которые требуются постоянно в силу условий российского климата, обработку почвы специальной техникой, которую надо проводить в короткие периоды времени из-за особенностей вегетационного периода, переход за счет механизации труда от трехполья к сложному севообороту и глубокой

Сегодня российская экономика характеризуется относительно низким уровнем производительности труда, в 2–3 раза уступая в данном отношении экономикам индустриально развитых стран

пахоте, внедрение очистительных и сортировальных машин для семенного дела. Это способствовало замещению тяжелого труда людей машинами, прекращению использования скота в качестве рабочей силы, развитию промышленного скотоводства, производству минеральных удобрений и многому другому.

В целом в качестве полезных свойств электричества, позволяющих решить задачу повышения производительности труда, авторы плана ГОЭЛРО рассматривали «дробимость электрической энергии, техническое совершенство небольших электромоторов, сравнительно легкую

проводимость электрической энергии на больших пространствах, простоту эксплуатационного ухода за электрическими установками» [2]. Эти свойства очень органично вписались в решение актуальных в то время задач развития системы хозяйствования, изменения производственных процессов в различных отраслях экономики, обеспечения быстрого экономического роста и улучшения уровня жизни населения.

Ставка авторов плана ГОЭЛРО на форсирование роста производительности труда оказалась верной. Его практическая реализация положила основу индустриализации и резкого экономического роста в России. К 1935 г. вместо запланированных 30 электростанций было построено 40. Мощность районных электростанций составила 4,34 млн кВт – в 2,5 раза больше, чем по плану ГОЭЛРО, а выработка электроэнергии в стране в 13,5 раз превысила уровень 1913 г. К 1936 г. производительность труда в промышленности превысила довоенный уровень более чем в 2,5 раза по годовой выработке и более чем в 3,5 раза по часовой выработке. По уровню промышленного производства Советский Союз вышел на первое место в Европе и на второе в мире [3].

Сборка ноутбуков в Китае

Источник: independent.co.uk

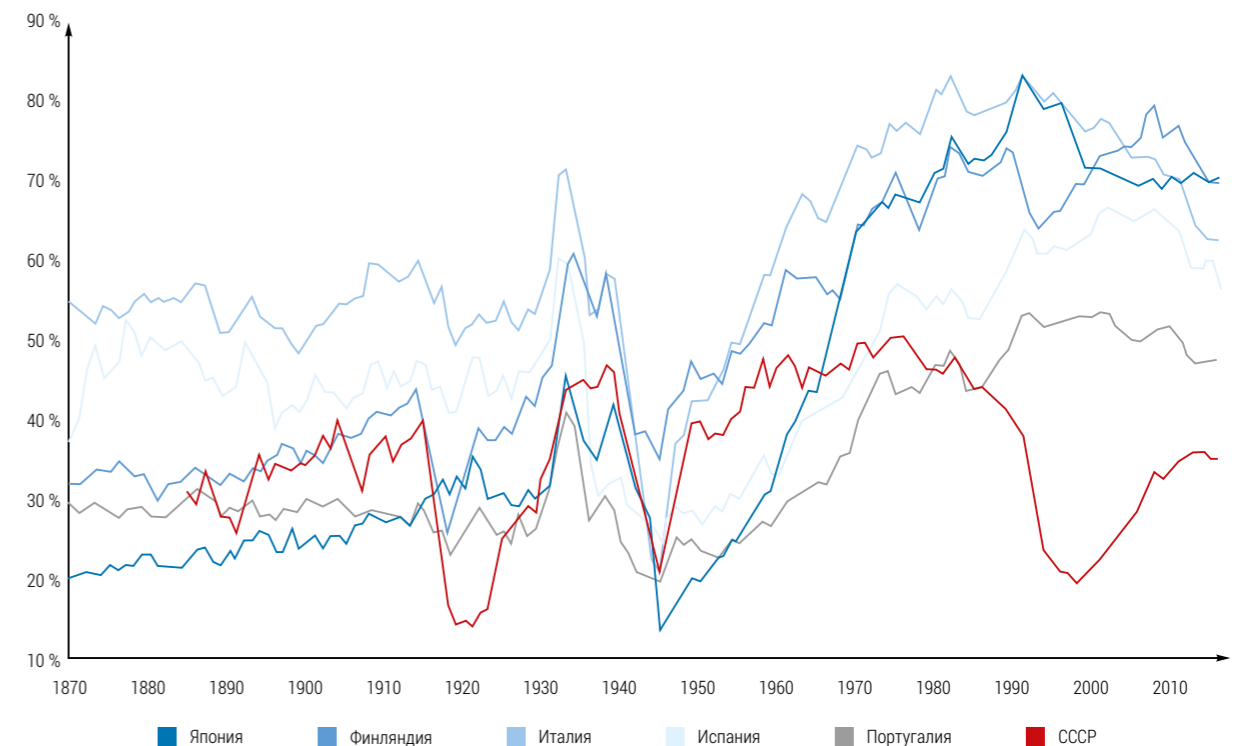


Рис. 1. Динамика производительности труда (в реальных ценах) на душу населения (GDPpc) в экономике России/СССР/РФ (красная линия) по отношению к аналогичному показателю США (1914–2016 гг.) или Великобритании (1870–1913 гг.)

Производительность труда в России в настоящее время

Чтобы понять ситуацию с производительностью труда в современной России, необходимо проанализировать временную динамику этого показателя сравнительно с другими странами мира.

В последние годы стали доступны материалы исторической статистики, публикуемые в рамках проекта Мэддисона. На рис. 1 отражена динамика производительности экономики на душу населения в Российской империи, СССР и РФ по отношению к аналогичному показателю в США (и Великобритании до 1913 г.), задающему текущий масштаб. Эти данные в наглядной форме приоткрывают реальное положение вещей. С конца 1950-х до начала 1980-х гг. величина сопоставленной производительности отечественной экономики испытывала колебания вокруг максимального значения за всю полуторавековую историю. В 1980-е гг. начался спад, приостановленный ненадолго во время реформ Андропова. А затем, после обвала 1990-х гг., эта величина так и не вернулась к достигнутому в 1970-х гг. потолку, испытывая

после 2007 г. флуктуации около значения в 70% от советского уровня [4]. Кроме того, необходимо отметить, что даже в лучшие времена производительность труда в России составляла чуть более 50% от уровня производительности труда в США.

Эти данные можно интерпретировать так, что в начале XX в. Россия смогла осуществить переход к новому технопромышленному укладу, связанному со второй технологической революцией и электрическим этапом развития техники. Однако в 1980-е гг., когда передовые экономики мира вскочили на следующую экономическую волну и начали активно переходить на электронный этап развития техники, мы по различным причинам не смогли это сделать в должной мере, и экономические показатели стали снижаться относительно растущего уровня лидеров.

Сегодня, согласно макроэкономическим оценкам, российская экономика характеризуется относительно низким уровнем производительности труда, в 2–3 раза уступая в данном отношении экономикам индустриально развитых стран. По мнению экономистов, разрыв в производительности труда между Россией

и ведущими зарубежными странами обусловлен преимущественно более низким уровнем совокупной факторной производительности (СФП), которая определяется технологическим уровнем и капиталовооруженностью [5]. Наряду с этим вклад уровня развития человеческого капитала в отставание России от ведущих зарубежных стран по производительности труда весьма невелик.

По мнению аналитиков Высшей школы экономики, более низкая производительность труда в России по сравнению с ведущими зарубежными странами отчетливо прослеживается и на микроуровне: у подавляющего большинства компаний



Производство автомобилей
Источник: *microolga / depositphotos.com*

базовых несырьевых отраслей производительность труда не выше, а в большинстве случаев – значительно ниже, чем у иностранных конкурентов. При этом несколько меньшее отставание от зарубежных фирм демонстрируют относительно недавно созданные предприятия и компании с участием иностранных собственников, а также инвестиционно активные фирмы [5].

Помимо показателя производительности труда, база которого определяется численностью работающего населения, используется показатель производительности территории, в котором экономический выход соотносится с площадью территории. По этому показателю ситу-

ация в России еще хуже. Сегодня Россия располагает девятой частью всей земной суши. Удельная производительность её территории составляет всего лишь 15% от среднемировой, т. е. не от уровня лидеров, а от уровня середняков-троечников [4].

Признавая важность качественного развития экономики, Правительство Российской Федерации инициировало в 2018 г. национальный проект «Производительность труда». Инициатива реализует комплексный подход, включающий проведение аудита финансово-хозяйственной деятельности на средних предприятиях – участниках программы – с целью определения резервов повышения производительности труда, введения региональных налоговых льгот, субсидирования процентных ставок по кредитам на цели, связанные с ростом производительности труда (например, на модернизацию производства), а также обучающие программы на предприятиях.

Однако, по мнению экспертов, реализуемая государством политика по стимулированию роста производительности труда в базовых несырьевых отраслях делает существенный акцент на обучении сотрудников предприятий и внедрении улучшающих инноваций в организационной сфере, в то время как основные потребности компаний для повышения производительности труда состоят в технологических инновациях, обновлении парка оборудования, повышении отдачи от работников и увеличении продаж на рынках [5].

Технологические инновации в сфере энергетики тоже оказывают заметное влияние на производительность труда. В частности, исследование, проведенное Европейским инвестиционным банком, показывает, что рост инвестиций в энергоэффективность на 1% дает увеличение производительности труда на 0,05–0,15% [6]. Однако гораздо больший эффект инновации в энергетике вызывают косвенным образом, они создают условия для раскрытия потенциала нового технопромышленного уклада, для реализации новых практик, приводящих к стремительному росту производительности.

В майском указе 2024 г. о национальных целях развития Российской Федерации указана важная роль производительности труда в обеспечении роста и укрепления экономики страны [7]. Предстоит переломить тенденцию к спаду российской производительности, создав растущее ядро

нового уклада, новой хозяйственной деятельности. Возникает вопрос – поможет ли энергетика сформировать новую систему хозяйствования и решить проблему производительности экономики России и, если да, то каким образом?

Понятие производительности экономики

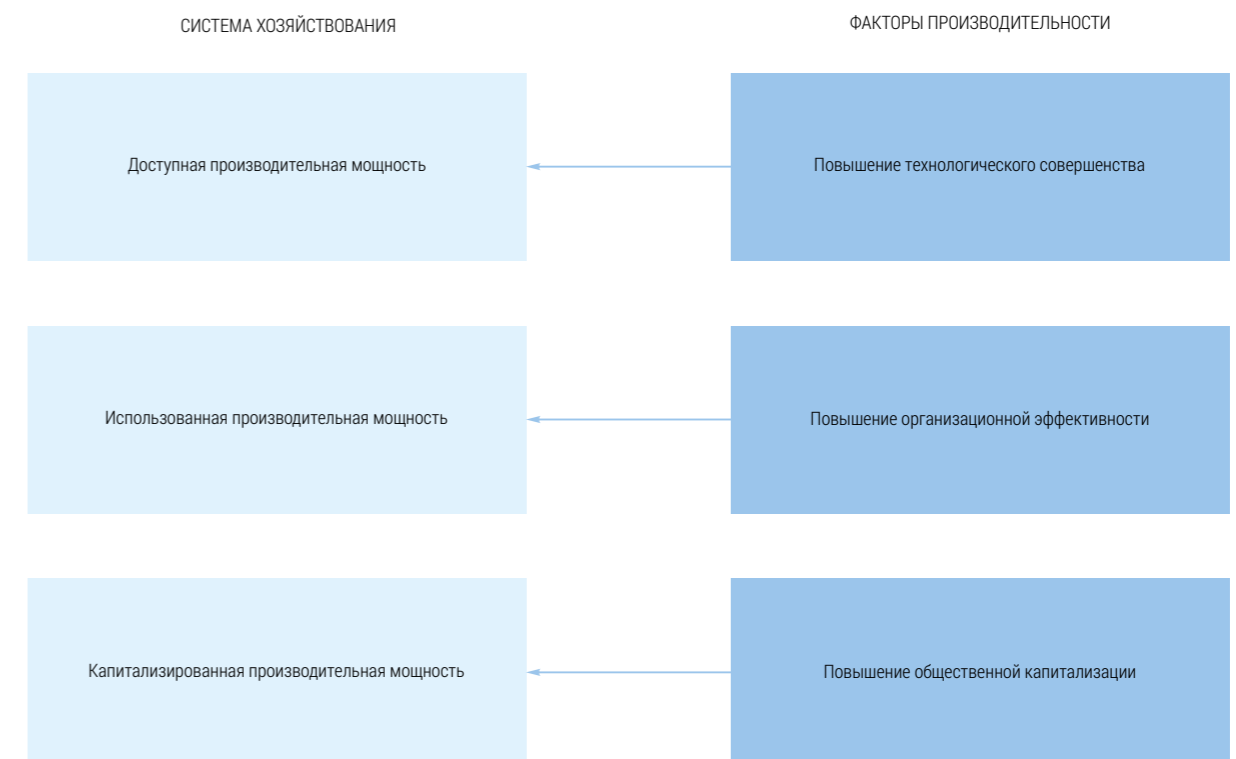
Производительность труда остается важным показателем, характеризующим уровень развития экономики. В микроэкономике производительность труда измеряется количеством продукции, выпущенной работником за единицу времени. В макроэкономике – объемом валового внутреннего продукта (ВВП) по паритету покупательной способности (ППС) в расчете на одного занятого или на отработанные часы.

В дальнейшем мы будем в основном говорить не о производительности труда, которая соотносится с числом затраченных трудовых ресурсов, а о совокупной факторной производительности (или просто о производительности экономики). Данный показатель является мерой способности экономики (системы хозяйствования) генерировать доход из вводимых ресурсов – делать больше с меньшими за-

Энергосистема предыдущего энергетического уклада, построенная на централизованных источниках энергии, единой инфраструктуре и диспетчерском управлении не может «дотянуться» до потребителей

тратами ресурсов. Вводимыми ресурсами, о которых идет речь, являются факторы производства страны, в первую очередь труд, предоставляемый ее населением, а также ее земля, машины и инфраструктура. Если экономика увеличивает свой совокупный доход, не увеличивая вводимые ресурсы, или если экономика сохраняет свой уровень дохода, используя меньше ресурсов, говорят, что она имеет более высокую производительность экономики [8]. Такая трактовка производительности может рассматриваться как мерило долгосрочных технологических изменений, или технологической динамики.

Рис. 2. Концепт понятия «производительность»



	Технологическое совершенство	Организационная эффективность	Общественная капитализация
Вторая промышленная революция: факторы производительности	Интенсификация: электромеханические системы, конвейерное производство	Механизация (индустриализация): распространение машин, массовое производство, развитая логистика	Рационализация: комплексное планирование, концентрация и монополизация
Электрический энергоуклад: необходимые свойства	Электровооруженность: гибкий подвод электричества к точке применения энергии, повышение скорости вращения электромоторов	Централизованность: обеспечение за счет сетевой энергетики доступной и дешевой энергией в местах концентрированного потребления	Плановость: опережающее развитие энергетики, оптимизация энергетического баланса

Таблица 1. Обеспечение за счет возможностей электрического энергоуклада реализации факторов производительности в рамках второй промышленной революции

Для того, чтобы лучше оценить влияние энергетики на производительность экономики, необходимо различить её основные факторы. В данном вопросе мы будем использовать подход, сложившийся в инженерной практике и системном анализе. Мы выше уже упоминали факторы производительности, которые использовал в работе над планом ГОЭЛРО Глеб Кржижановский: интенсификация, механизация (индустриализация), рационализация. Позже главный конструктор, ученый и философ Побиск Кузнецов в качестве основных факторов производительности выделял электровооруженность, технологическое и социальное совершенство труда.

Но мы будем использовать подход, предложенный российским системщиком, философом и педагогом Сергеем Чернышевым. Он поясняет его так: «Производительность любой человеческой деятельности в конечном счёте сводится к тому, что общество присваивает силы и вещества природы, которые, будучи соединены определённым способом, и производят нужную обществу работу» [4]. В этой связи производительность экономики – «матрёшка из целого ряда институтов, где совокупная хозяйственная мощность, упирающаяся в физический КПД, «изнутри» ограничивается и обуславливается организационной эффективностью, а та, в свою очередь, содержит «кощееву иглу» экономической стоимости» [4].

В соответствии с данным подходом мы будем экономику (систему хозяйствования) понимать как множество производительных сил, присваивающих силы и вещества природы и преобразующие их в нужные обществу продукты и результаты. Производительность экономики в таком случае зависит от доступной мощно-

сти производительных сил, эффективности их использования и капитализации результатов их работы (полезности применения). Соответственно, факторами роста производительности системы хозяйствования в такой концепции являются рост технологического совершенства, организационной эффективности и общественной капитализации производительных сил.

На примере реализации плана ГОЭЛРО можно продемонстрировать, каким образом формирование электрического энергоуклада стало определяющим условием для наступления второй промышленной революции, развития системы хозяйствования и обеспечения роста ее производительности в России (см. таблицу 1).

Соответственно, чтобы ответить на вопрос о влиянии энергетики на склады-

Конвейерная сборка автомобилей
Источник: RainerPlendl / depositphotos.com



вающийся технопромышленный уклад, необходимо четко понимать, как новые энергетические технологии и практики обеспечивают рост производительности системы хозяйствования.

Новая промышленная революция и требования к энергетике

Система хозяйствования, возникающая в результате третьей (или четвертой по другой классификации) промышленной революции, определяется масштабным использованием киберфизических систем. В технологическом аспекте необходимо отметить такие новые её проявления как цифровизацию производства, применение аддитивных и нанотехнологий, повсеместное внедрение искусственного интеллекта. В организационном аспекте – переход к роботизации, распределенным производственным мощностям, масштабное развитие беспилотного и бездорожного транспорта. В части общественной капитализации можно отметить тренд на технологизацию институтов рынка на основе цифровых платформ, планирование на основе больших данных, шеринг вещей, гибкость и мобильность практик.

Именно эти изменения определяют стремительный рост производительности экономики в ближайшие годы. Ключевыми драйверами этого роста станут в части технологического совершенства – развитие производственных технологий и новый уровень автоматизации производства, в части организационной эффективности – рост скорости логистики и межсистемной слаженности, в части общественной капитализации – технологизация институтов рынка.

В частности, аналитики McKinsey Global Institute отмечают, что новая промышленная революция приводит к следующему уровню автоматизации деятельности предприятий, что позволит им сократить непроизводительную работу и ошибки, повысить качество и скорость работы, а в некоторых случаях и обеспечить результаты, которые выходят за рамки человеческих возможностей. Они оценивают, что такая автоматизация может обеспечить рост производительности на 0,8–1,4% в год [9].

А российский ученый-экономист Юрий Плакиткин указывает на большое влияние

на производительность экономики изменения скорости перемещения людей и грузов. Им установлено, что средняя скорость перемещений зависит от квадрата калорийного эквивалента используемого «топлива» (плотности энергии). То есть, если в 2 раза повышаешь плотность энергии – в 4 раза вырастет скорость перемещений, а следовательно, примерно в той же пропорции – и производительность труда [10]. Наступающая роботизация промышленности, сельского хозяйства и транспорта и использование новых источников энергии, благодаря данному фактору, приведут к существенному росту производительности.



Конвейер по сборке автомобилей
Источник: fotoevent.stock / depositphotos.com

Уже упомянутый ранее Сергей Чернышев считает, что наступающий этап развития общества (им предложено название этого этапа «техноэкономика») будет характеризоваться систематической трансформацией стихийных институтов рынка в управляемую производительную силу, продвижением фронта экономических технологий, заменой транзакций рынка экономическими платформами. Это позволит существенно нарастить общественную капитализацию за счет снятия транзакционных издержек существующих процессов обмена, вовлечения в оборот активов, ранее блокированных запретительным уровнем рыночных транзакций, снятия рисков и неопределенностей. Это также приведет к существенному росту производительности экономики [4].

В данном контексте необходимо обратить внимание на следующие основные вызовы, брошенные энергетике:

1. Повсеместное (в промышленности, сельском хозяйстве, транспорте, сфере услуг, ЖКХ) применение роботизированных устройств, использующих компактные источники энергии.
2. Переход к новому уровню электрификации производственных процессов в промышленности и сельском хозяйстве с одновременным переходом к новым технологиям, обеспечивающим рост точности применения энергии.
3. Масштабное развитие цифровой экономики и рост спроса на электроэнергию высокого (цифрового) качества.
4. Энергоснабжение систем производства и жизнедеятельности вдали от централизованных энергетических инфраструктур.
5. Масштабное развитие высокоскоростной, беспилотной и бездорожной транспортных мобильностей, требующее использование компактных источников энергии высокой плотности и доступной зарядной и/или заправочной инфраструктуры.
6. Потребность в быстром разворачивании, масштабировании и сворачивании систем энергоснабжения для обеспечения динамичного и гибкого развития новых бизнес-практик.
7. Рост взаимозависимости коммунальных инфраструктур (электроснабжение, теплоснабжение, водоснабжение и водоотведение, утилизация мусора, зарядка роботов и электротранспорта) в городах



Кольская ВЭС
Источник: Enel

с одновременным повышением экологических и эстетических требований к ним.

8. Обеспечение надежности работы систем энергоснабжения в условиях критических внешних воздействий (климатических изменений, военных действий, кибернетических атак).

Старый энергетический уклад не может в должной мере обеспечить эти изменения системы хозяйствования: предлагаемые им решения будут по каким-то потребительским характеристикам (доступность, экономичность, экологичность, надежность, качество) не устраивать новые предприятия и отрасли. Прежде всего, это связано с тем, что традиционная энергетика базируется на крупных энергетических мощностях, иерархически организованной

сетевой инфраструктуре, централизованном планировании и управлении.

Обобщая потребительские требования к энергетике, можно утверждать, что энергосистемы должны приобрести новые свойства:

1. Качество – способность систем энергоснабжения обеспечивать потребителей растущего сегмента цифрового спроса электроэнергией с высокими характеристиками качества и надежности. Это свойство поддерживается использованием накопителей энергии, силовой электроники, цифрового управления.
2. Автономность – способность систем энергоснабжения поселений, отдельных потребителей, мобильных устройств и транспортных средств получать энергию из локальных источников, запасать её, повышать её плотность и эффективно использовать, тем самым существенно снижая зависимость от крупной централизованной генерации и поставок топлива. Это свойство поддерживается использованием компактных источников энергии высокой плотности, распределенных источников энергии и энергетической гибкости, умных

Использование виртуальной реальности на производстве



Источник: BiancoBlue / depositphotos.com

Современным трендом развития производства является цифровизация, состоящая в использовании высокоточных станков, систем цифрового моделирования, проектирования и управления

- распределительных сетей, фотонных, в частности, лазерных технологий.
3. Интеллектуальность – способность осуществления энергообмена и развития энергосистемы в темпе изменения потребности, автоматического управления существующими более сложными инфраструктурными системами и множественными, динамичными, кастомизированными сервисами на их базе. Это свойство поддерживается использованием цифрового моделирования, масштабируемых архитектур, цифровых рынков и сервисов.

Таблица 2. Обеспечение за счет возможностей нового энергоуклада развития факторов производительности в рамках третьей промышленной революции

	Технологическое совершенство	Организационная эффективность	Общественная капитализация
Третья промышленная революция: факторы производительности	Цифровизация: киберфизические системы, высокоточное производство на базе аддитивных и нанотехнологий, AI	Роботизация: автономные роботы, распределенное производство малых серий, беспилотная, бездорожная логистика	Платформизация: технологизация рынков, планирование на базе больших данных, шеринг вещей, гибкость и мобильность практик
Новый энергоуклад: необходимые свойства	Качество: обеспечение потребителей энергией высокого качества и надежности	Автономность: извлечение энергии в близости к потребителю, запасание и уплотнение энергии, мобильное использование	Интеллектуальность: осуществление энергообмена и развитие энергосистемы в темпе изменения потребности



Аллея в парке с фонарями на солнечных панелях

Источник: velirina / depositphotos.com

Энергетические факторы повышения производительности экономики

Рассмотрим несколько примеров, демонстрирующих создание энергетических условий для реализации новых практик, приводящих к существенному повышению производительности экономики.

Энергетика для экономического освоения «неудобий». Решая проблему роста производительности территории России, мы должны говорить о масштабном экономическом освоении физических и экономических «неудобий» Восточной Сибири, Дальнего Востока и Арктики. Одним из ограничивающих факторов развития экономической деятельности на этих территориях является низкая доступность и высокая стоимость энергии.

Энергосистема предыдущего энергетического уклада, построенная на основе крупных централизованных источников энергии, единой инфраструктуры её передачи и распределения, централизованного диспетчерского управления не может физически «дотянуться» до потребителей, распределенных по большой территории.

Их энергоснабжение обычно обеспечивается дизельной генерацией, для работы которой необходимо регулярно поставлять дизельное топливо, в результате себестоимость электроэнергии составляет в среднем по таким территориям РФ около 67 руб. за кВт·ч, что почти в 10 раз больше стоимости электроэнергии в централизованной зоне.

Технологии нового энергетического уклада, такие как генерация на основе ВИЭ в оптимальном сочетании с традиционной топливной генерацией, атомные станции малой и сверхмалой мощности, использование источников энергетической гибкости (накопителей энергии, управляемой нагрузки), интеллектуальное цифровое управление, взаимная интеграция электро- и теплоснабжения обеспечивают рост экономической эффективности систем энергоснабжения в этих территориях на 30–40%. Энергоснабжение изолированных и труднодоступных территорий в таком подходе обеспечивается вводом меньшего количества топливных ресурсов и меньшим трудом. Сейчас в России происходит постепенный переход к использованию автоматизированных гибридных энергетических комплексов (АГЭК) для

развития локальной энергетики, в частности, данный подход применяет ПАО «РусГидро» [11]. В пределах технологии самообеспечения энергией «на месте» позволяют достичь полной топливно-энергетической автономии по приемлемой цене в любой точке страны.

Энергетика для новых производственных технологий. Современным трендом развития производственных технологий является их цифровизация, состоящая в использовании высокоточных станков, систем цифрового моделирования, проектирования и управления, а также в роботизации производственных процессов. Это позволяет существенно повысить их производительность за счет снижения энерго- и ресурсоемкости, например, в результате применения аддитивных технологий, а также за счет более эффективного использования производственной мощности в результате гибкой их организации.

Такие производственные системы чувствительны к надежности и качеству энергоснабжения, которые не могут обеспечить традиционные энергетические технологии. Например, стартап Element Zero развивает технологию, позволяющую за счет перехода от высокотемпературных металлургических процессов к электрохимическим процессам получать высококачественные металлы и другое сырье (железо, медь, никель, олово, титан, вольфрам, кремний, углерод) с большей энергетиче-

Солнечная батарея на доме в Испании

Источник: espanarusa.com



ской эффективностью, чем классическая и даже электрометаллургия. Снижение удельного энергопотребления на единицу продукции достигает 30–40% в сравнении с классическими металлургическими методами [12]. Производство высококачественных металлов достигается вводом меньшего количества энергетических ресурсов. Однако для выполнения таких электрохимических процессов необходим постоянный ток с высокими характеристиками качества, в первую очередь, постоянства уровня напряжения. Недостаточный уровень качества электроэнергии отрицательно сказывается на экономике электрохимической металлургии, повышая долю брака и снижая межремонтный ресурс основного оборудования.

Обеспечение высокой надежности и качества энергии происходит за счет резервирования энергоисточников собственной генерацией или системами накопления энергии, применения преобразовательной техники на основе силовой электроники, интеллектуального управления. А задействование роботов требует использование мобильных источников энергии (об этом следующий пример).

Энергетика для мобильных роботов и транспортных аппаратов. Роботизация промышленности, сельского хозяйства и транспорта является мощным фактором роста производительности труда. Роботы могут работать круглые сутки, их использование в гибких интеллектуальных производственных системах обеспечивает минимальные простои и непроизводительные издержки, они могут работать в условиях, в которых не сможет работать человек. Выполнение производственных и логистических процессов при роботизации происходит за счет меньших затрат труда (человеко-часов). При этом они обеспечивают высокую точность, четкость и быстроту выполнения операций. Для пространственного развития применение роботизированных производств позволяет высокотехнологично осваивать территории, а использование беспилотных летательных аппаратов обеспечивает высокую степень транспортной связности даже в труднодоступных районах.

В майском указе 2024 г. о национальных целях развития Российской Федерации поставлена задача: вхождение к 2030 г. Российской Федерации в число 25 ведущих стран мира по показателю плотности робо-

тизации. Для её выполнения потребуется освоить целый класс новых энергетических технологий.

Долгосрочные миссии мобильных роботов должны быть обеспечены накопленным запасом энергии, производством энергии на борту, доступом к инфраструктуре зарядки и заправки роботов по мере необходимости. Здесь необходимо осуществить переход к источникам энергии более высокой плотности, в частности, использование водорода может увеличить плотность запаса энергии в 2–3 раза относительно углеводородных источников, а это даст многократный прирост к скорости и дальности перемещения.

Кроме того, необходимо развивать и другие технологии. Автономные источники, получающие энергию из окружающей среды, преобразователи других видов энергии в электрическую позволяют в какой-то мере получать энергию на борту. Электрохимические технологии создают возможности для накопления энергии. Силовая электроника позволяет интегрировать различные источники энергии робота в комплекс, а также подключаться к заправочной инфраструктуре. Цифровые технологии обеспечивают интеллектуальное управление системой энергоснабжения робота, что особенно актуально в случае гибридной архитектуры, использующей различные источники энергии [13].

Энергетика для постиндустриальных городов. Продолжающаяся урбанизация приводит к дальнейшему росту городов при одновременном качественном изменении их организации и городских процессов. Можно упомянуть следующие ключевые изменения: уход из городов крупных промышленных производств и развитие постиндустриальных форм занятости (цифровой экономики, сферы услуг и впечатлений), стремление к более экологичной и комфортной для жизни городской среде, конкуренция за свободное место и доставку мощностей и ресурсов, наполненность разнообразными роботами и мобильными устройствами. Эти процессы приводят к росту подушевого валового регионального продукта постиндустриальных городов за счет двух факторов: концентрации экономических процессов на территории (постиндустриальная занятость оказывается более компактной) и более высокой добавленной стоимости труда в цифровой экономике в сравнении



Современная Москва
Источник: duha127 / depositphotos.com

с индустриальными процессами. По существу, постиндустриальные города вместо производства продукции массового спроса перешли к «производству бизнесов», сконцентрировав экономические усилия на разработке новых технологий, товаров и услуг, которые затем реализуются в виде промышленных производств, вынесенных за пределы города. В итоге за счет ввода такого же количества энергетических и материальных ресурсов и того же или даже меньшего количества труда (числа занятых и времени их работы), в постиндустриальном городе обеспечивается получение большего валового регионального продукта (ВРП) на душу населения, чем в индустриальном.

Городская инфраструктура в настоящее время становится более комплексной и динамичной, она превращается в легко масштабируемую мультиинфраструктуру. Интеллектуальная электрическая сеть становится «несущей» для реализации других коммунальных услуг (теплоснабжения, холодоснабжения, освещения улиц, водоснабжения и водоотведения, зарядки электромобилей и роботов, утилизации мусора). В городах становится востребованным все многообразие технологий нового энер-

гетического уклада. Во всем мире появляются такие новые практики как активное управление сетью, создание микрогридов, организация локальных энергетических рынков, которые помогают эффективно и надежно управлять сложными городскими инфраструктурами. В России подобные практики также применяются, например, при застройке СберСити под Москвой.

Заключение

Наш анализ показал, что производительность системы хозяйствования напрямую или опосредованно зависит от используемых энергетических технологий и организации энергетической системы. Наиболее ярко это демонстрирует история реализации в России плана ГОЭЛРО, приведшая к кратному росту производительности. И это влияние очевидно, т. к. электрификация страны отвечала на потребность новой промышленной революции в масштабной механизации на основе электрической техники.

Новая промышленная революция определяется переходом к масштабному использованию цифровых технологий, киберфизических систем и искусственного интеллекта – в этом ее суть. Применение этих технологий дает новый уровень роста производительности экономики как в отраслевом, так и в территориальном разрезе. Для обеспечения смены техпромышленного уклада нужны энергетические решения с такими новыми свойствами как автономность, качество и интеллектуальность. Они позволят экономически осваивать труднодоступные территории, развивать высокотехно-

гичные производства, роботизировать промышленность, сельское хозяйство и транспорт, создавать и гибко развивать комплексные инфраструктуры для постиндустриальных городов.

Конечно, можно себе представить, что новый технопромышленный уклад будет формироваться на основе старых энергетических технологий – центры обработки данных для AI будут «питаться» от угольных станций, роботы будут подключены к сети или будут работать на бензине, а цифровое качество энергии и надежность энергоснабжения будут обеспечиваться на стороне потребителей. Но эти решения будут неуклюжими, неэффективными, ненадежными, неэкологичными, а главное – они не позволят существенно нарастить производительность экономики.

Надо осознать, что новый энергетический переход – это комплексное явление, которое возникло не только и не столько для преодоления климатического кризиса, а еще и для развития новых видов экономической деятельности, для пространственного развития и освоения территорий, для энергетического обеспечения новой промышленной революции. Стратегический план развития энергетики, который сейчас формируется в Российской Федерации, как и план ГОЭЛРО 100 лет назад, должен быть ориентирован на повышение производительности системы хозяйствования страны.

Статья подготовлена при поддержке Фонда поддержки проектов НТИ и Министерства высшего образования и науки Российской Федерации в рамках реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Энерджинет».

Использованные источники

1. Холкин Д.В., Чаусов И.С. Энергетический переход с инженерной точки зрения // *Энергетическая политика*. №5 (196), 2024. С. 24-39.
2. Кржижановский Г.М. План электрификации РСФСР.
3. Плану ГОЭЛРО – 100 лет! URL: <https://www.dvec.ru/company/history/goelro-100/plan.php>.
4. Чернышев С.Б. К возобновлению истины. – М.: Политическая энциклопедия, 2024.
5. Факторы роста производительности труда на предприятиях несырьевых секторов российской экономики. – М.: Издательский дом Высшей школы экономики, 2020.
6. Kalantzis F, Niczyporuk H. Labour productivity improvements from energy efficiency investments: The experience of European firms. – *Energy*, Volume 252, 2022.
7. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/73986>
8. URL: <https://www.imf.org/ru/Publications/fandd/issues/2024/09/back-to-basics-total-factor-productivity-robert-zymek>
9. McKinsey Global Institute. A future that works: automation, employment, and productivity.
10. На пути к космопланетарной цивилизации. – М.: ИД «Энергия», 2023.
11. Бердников Р.Н., Холкин Д.В., Чаусов И.С. Оптимизация систем электроснабжения удаленных и изолированных территорий за счет управления энергетической гибкостью. *Энергетическая политика*. №1 (179), 2023. С. 94-106.
12. URL: <https://elementzero.green/>
13. Холкин Д.В., Чаусов И.С., Шуранова А.А. Энергетика беспилотных авиационных систем // *Энергетическая политика*. №8 (187), 2023. С. 26-37.



ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА



Оформить подписку на журнал «Энергетическая политика» на 2025 год можно через филиалы агентства «Урал-пресс», либо в ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. По вопросам подписки звонить по телефону +7-910-463-53-57. 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





ISSN 2409-5516



2409 5518