ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

ISSN 2409-5516

РГАСНТИ 44.09.29

ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№9(188), сентябрь 2023

Российская Энергетическая Неделя 2023

РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК

ВНУТРЕННИЙ РЫНОК ГАЗА: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Российская Энергетическая Неделя 2023

РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

11–13 октября
Москва,
ЦВЗ «Манеж»

rusenergyweek.com

Реклама 6+

10 ОКТЯБРЯ 2023

ОРГАНИЗАТОР
РЭА
МИНЭНЕРГО РОССИИ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

ТЕРРИТОРИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ДИАЛОГА

МЕРОПРИЯТИЕ ПРОВОДИТСЯ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА **«РОССИЙСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ НЕДЕЛЯ»**

Российская Энергетическая Неделя 2023

РОСКОНГРЕСС
Пространство доверия

tedconf.ru

Содержание

Слово редакторов

7 **В. Бушуев, А. Горшкова.** Газ – народу!

От первого лица

8 **А. Новак.** Максимальная газификация регионов России – приоритет энергетической политики страны

Газ

14 **А. Громов, С. Кондратьев, А. Широв.** Внутренний рынок газа на историческом перепутье

26 **В. Семикашев, М. Гайворонская.** Возможности и ограничения развития российской газовой отрасли в условиях санкций на перспективу до 2030 г.

Химия

40 **В. Крюков, В. Шмат.** Развитие нефтегазохимии в России: новые вызовы, новые тренды

Регионы

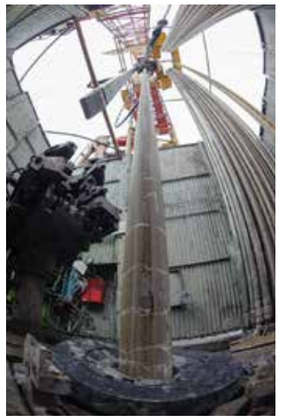
62 **В. Карасевич, Ю. Васильев, В. Негримовский.** Перспективы автономного энергоснабжения изолированных объектов и поселений в арктических регионах РФ с применением водородных технологий

70 **М. Губанов, В. Киушкина, А. Широков.** О создании фонда развития локальных энергосистем

Энергетика

84 **В. Абрамов, И. Абрамов, А. Путилов, И. Трушиня.** Анализ энергопотребления ведущих стран накануне глобальных изменений современного мира

98 **В. Бушуев, Д. Соловьев, Н. Сокотущенко.** Роль возобновляемых источников энергии в снижении выбросов парниковых газов: перспективы и вызовы для Дальнего Востока России



Contents

Editor's Column

7 **V. Bushuev, A. Gorshkova.** Gas to the people!

In the first person

8 **A. Novak.** Maximum gasification of Russian regions is a priority of the country's energy policy

Gas

14 **A. Gromov, S. Kondratiev, A. Shirov.** The domestic gas market at a historic crossroads

26 **V. Semikashev, M. Gaivoronskaya.** Opportunities and limitations for the development of the Russian gas industry in the context of sanctions for the period up to 2030

Chemistry

40 **V. Krukov, V. Shmat.** Development of the petrochemical industry in Russia: new challenges, new trends

Regions

62 **V. Karasevich, Yu. Vasiliev, V. Negrimovsky.** Prospects of autonomic energy supply of isolated areas in Russian Arctic regions using hydrogen technologies

70 **M. Gubanov, V. Kiushkina, A. Shirokov.** On the creation of a fund for the development of local energy system

Energy

84 **V. Abramov, I. Abramov, A. Putilov, I. Ttrusina.** The analysis of energy consumption of leading countries on the eve of global changes in the contemporary world

98 **V. Bushyev, D. Solovyev, N. Sokotushchenko.** Role of renewable energy sources in reducing greenhouse gas emissions: prospects and challenges for Russia's Far East

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. Жданеев – д. т. н., ЦКТР ТЭК
В. М. Зайченко – д. т. н., проф., г. н. с. ОИВТ РАН
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. РАЕН, д. э. н., г. н. с. АЦЭПБ ИПНГ РАН
Н. Л. Новиков – д. т. н., проф., зам. науч. рук. АО «НТЦ ФСК ЕЭС»
В. И. Рачков – член-корр. РАН, д. т. н., проф.
П. Ю. Сорокин – первый зам. министра энергетики РФ
Д.А. Соловьев – к.ф.-м. н., научный сотрудник Института океанологии РАН
В. А. Стенников – акад. РАН, д. т. н., проф., директор ИСЭ им. Мелентьева СО РАН
Е. А. Телегина – член-корр. РАН, д. э. н., проф., декан 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:
129085, г. Москва, проспект Мира, д.105, стр. 1
+79104635357
anna.gorshik@yandex.ru

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

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

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

При перепечатке ссылка на издание обязательна

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

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов

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

Тираж 1000 экземпляров

Периодичность выхода 12 раз в год

Цена свободная

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

Подписано в печать: 05.09.2023

16+

РОССЕТИ

«Россети» –
вместе
в будущее

Здесь создается энергия!

Промышленно-энергетический форум TNF –
ведущее мероприятие нефтегазовой отрасли

18-21 сентября, 2023
Тюмень, Технопарк

oilgasforum.ru

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Правительство Тюменской области

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

Анна ГОРШКОВА
Главный редактор журнала
«Энергетическая политика»

Газ – народу!

Кризисные ситуации заставляют по новому смотреть на привычные вещи вокруг и искать не свойственное им применение. Именно так за последние два года на фоне санкций и резкого сокращения экспорта в Европу «Газпрому» и независимым производителям пришлось посмотреть на внутренний рынок газа и приступить к поиску вариантов повышения его ликвидности.

Вариантов в текущей системе не так уж много. Это повышение доступности газа для населения путем социальной газификации, создание крупных потребителей, таких как Амурский ГПЗ, повышение тарифов и активизация борьбы в рамках межтопливной конкуренции.

Вывод напрашивается сам собой. Газовая отрасль нуждается в реформировании, которое позволило бы уравнять права и условия для «Газпрома» и независимых производителей газа, перераспределить социальную нагрузку и активизировать продажи газа на бирже.

Отдельной задачей стоит строительство как «Газпромом», так и независимыми производителями новых мощностей по снижению газа и налаживание поставок СПГ в дружественные страны.

Александр НОВАК
Заместитель председателя Правительства РФ

DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_8 EDN: AUJGWH

Максимальная газификация регионов России – приоритет энергетической политики страны

Газификация регионов России играет важнейшую роль в социально-экономическом развитии страны, позволяя не только сделать условия жизни наших граждан комфортнее, но и обеспечить доступными и экономичными энергоресурсами промышленность, бизнес и транспорт. Как стратегическая задача ход газификации и догазификации субъектов находится на особом контроле Президента РФ и Правительства России. За последние два года значительно увеличена протяженность магистральных газопроводов, возросло количество подключений новых потребителей к газовым сетям, упрощена процедура присоединения, действуют льготы для отдельных категорий граждан, развивается альтернативная газификация. Создаются все необходимые условия для того, чтобы газ пришел в как можно большее количество регионов, домов и производств.

Газификация

В период с 2005 г. (то есть с тех пор, как была организована системная работа по газификации регионов) по 2022 г. компанией «Газпром» построено 2922 газопровода протяженностью 42 468 км. Это достаточно масштабный результат. Для сравнения – окружность экватора составляет 40 075 км.

При этом высокие темпы строительства сохраняются. Только в прошлом году в рамках реализации программ развития газоснабжения и газификации регионов Российской Федерации на пятилетний период построено 177 межпоселковых газопровода протяженностью 3 282 км, а также 14 газопроводов-отводов и ГРС протяженностью 260,69 км. Созданы условия для газификации порядка 82,3 тыс. домовладений и квартир и 350 котельных в 449 населенных пунктов. Общий объем инвестиций в 2022 г. на строительство газопроводов-отводов, газораспределительных станций и межпоселковых газопроводов составил 107 млрд руб.

На начало текущего года уровень газификации регионов России достиг 73 %, при этом целевой уровень газификации оценивается в 82,9 %. Таким образом, одним из приоритетных направлений развития газовой отрасли остается не просто увеличение использования «голубого топлива» на внутреннем рынке, но и создание

условий для максимального упрощения доступа граждан к газу.

В этой связи одна из ключевых задач – расширение программы газификации субъектов Российской Федерации. Это подразумевает включение в нее максимально возможного количества субъектов страны, в том числе Республики Бурятия, Республики Тыва, Забайкальского края, Красноярского края, Амурской области, Иркутской области и Еврейской автономной области.

Чтобы удовлетворить потребности внутреннего рынка в природном газе идёт масштабная работа над развитием Единой системы газоснабжения (ЕСГ) на востоке России. В планах – соединение в возможно короткие сроки систем транспортировки газа «Сила Сибири» и «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» с ЕСГ. Подготовка к реализации этого проекта уже идет. Также компания «Газпром» совместно с Минэнерго России прорабатывает вопрос ускорения строительства газопровода-перемычки между магистральными газопроводами «Сила Сибири» и «Сахалин – Хабаровск – Владивосток».

В приоритетных планах – развитие инфраструктуры газоснабжения Комсомольского промышленного узла и г. Владивостока, ускорения ввода в эксплуатацию Южно-Киринского ГКМ на шельфе о. Сахалин.

На завершающей стадии находится определение маршрута газопровода «Сила Сибири-2». Предполагается, что газопровод пройдет рядом с городами Ачинск, Красноярск, Канск, Саянск, Ангарск, Иркутск и далее по территории Республики Бурятия (южнее озера Байкал) до выхода к государственной границе России в районе н. п. Наушки. Рассматривается проект строительства газопровода-отвода от н. п. Наушки до г. Улан-Удэ и далее до г. Читы общей протяженностью 700 км.

С 2005 по 2022 гг. «Газпром» построил 2922 газопровода протяженностью 42 468 км. Это достаточно масштабный результат. Для сравнения – окружность экватора составляет 40 075 км

Газопровод «Сахалин – Хабаровск – Владивосток»
Источник: «Газпром»

Особое внимание уделяется выполнению восстановительных и строительных работ на объектах газовой инфраструктуры в новых субъектах Российской Федерации. Реализован ряд значимых проектов, что позволило восстановить газоснабжение десятков тысяч потребителей, в том числе в Запорожской области, городов Волновахи, Лисичанска, Светлодарска и прилегающих населенных пунктах. Всего за 2022 г. и 6 месяцев 2023 г. восстановлено 162 км магистральных газопроводов, 1828 км распределительных газовых сетей, 23 газораспределительные станции и 374 газораспределительных пункта. В результате обеспечено газоснабжение более 200 тыс. абонентов.

В текущем году запланирован капитальный ремонт, реконструкция и строительство еще ряда участков газопроводов и газораспределительных станций в Мариуполе, Джанкое, Лисичанске и других городах. Таким образом, будет увеличена пропускная способность газотранспортной системы новых регионов и сокращены ограничения по подаче газа потребителям.

Отмечу, что на территориях Российской Федерации, где проведение сетевого газа представляется экономически неэффективным в силу удаленности и труднодоступности, предусмотрены механизмы альтернативной газификации при помощи сжиженного и компримированного природного газа, а также сжиженного углеводородного газа.

В настоящее время реализуется дорожная карта по развитию рынка малотоннажного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2025 г. Этот план мероприятий позволит снизить капитальные затраты на строительство заводов мини-СПГ примерно на 30 %, что повысит инвестиционную привлекательность таких проектов.

Ключевым фактором для обеспечения необходимого уровня гарантированного спроса на СПГ на внутреннем рынке Российской Федерации является формирование новых центров потребления газа на базе «якорных потребителей», то есть котельных, небольших потребителей, транспорта. Для стимулирования отрасли Минэнерго России внесен в Правительство Российской Федерации проект поправок в постановление правительства, согласно которым помимо заправочной инфраструктуры СПГ также предполагается субсидирование объектов малотоннажного производства СПГ.

Что касается СУГ, то в основном граждане используют СУГ в баллонах для приготовления пищи. В настоящее время уровень газификации населения СУГ составляет менее 0,3 %. Несмотря на относительно низкую востребованность по сравнению с другими способами газификации, СУГ остается значимым источником энергии для ряда категорий потребителей, поэтому вопрос ценообразования на этот вид газа остается на контроле государства. Розничные цены на СУГ для бытовых нужд устанавливаются региональными энергетическими комиссиями или региональными службами по тарифам и ценообразованию, что позволяет приобретать топливо для личного потребления домохозяйств по доступным ценам.

Газопровод «Моздок – Грозный»
Источник: grozny-inform.ru

В рамках программы догазификации в 2021–2022 гг. принято 800 тыс. заявок на подведение газа, заключено более 720 тыс. договоров, до границ участка газ подведен к 500 тыс. домовладениям

Особое внимание уделяется повышению безопасности эксплуатации оборудования с использованием баллонов СУГ. Эту задачу предлагается решать при помощи комплексных мер, в первую очередь, создания единой системы цифрового учета газовых баллонов СУГ, которая позволит автоматизировать все этапы от их производства до утилизации, осуществлять сбор, хранение и использование информации среди зарегистрированных участников рынка СУГ и контролирующих органов.

Кроме того, обсуждается вопрос изменения существующей маркировки баллонов СУГ на более современный и удобный для потребителей механизм. Например, это может быть QR-код, который будет содержать необходимые сведения о продукте.

Догазификация

Продолжается реализация приоритетной задачи, которую Президент Российской Федерации поставил в послании Федеральному собранию в 2021 г., по бесплатной догазификации, то есть обеспечению в газифицированных населенных пунктах подводки газа до границ домовладений без привлечения средств граждан.

По итогам инвентаризации догазификации подлежат 1492 образовательных учреждений и 1403 медицинских учреждений. На конец июля уже подано более 580 заявок от таких организаций

К настоящему моменту создана качественная нормативно-правовая база, по поручению председателя Правительства РФ организовано оперативное взаимодействие всех участников процесса на площадке Координационного центра при Правительстве России.

На сегодняшний день в 72 субъектах Российской Федерации и федеральной территории «Сириус» действует единый оператор газификации – ПАО «Газпром». Ещё в 13 субъектах определены региональные операторы газификации. Основная функция операторов – содействие газораспределительным организациям в финансировании работ по догазификации.

В рамках программы догазификации в 2021–2022 г. принято почти 800 тыс. заявок на подведение газа, заключено более 720 тыс. договоров, до границ участка газ подведен к более 500 тыс. домовладениям. Выполнено более 220 тыс. подключений домовладений.

На середину августа объем заявок уже приблизился к 1,4 млн, при этом количество заключенных договоров от принятых заявок достигло почти 934 тысяч. Обеспечена техническая возможность подключения порядка 942,5 тыс. домовладений, по этому показателю наилучшие результаты продемонстрировали Московская, Челябинская, Свердловская области. До границ участка газ подведен к более 662 тыс. домовладений. Выполнено 332 тыс. подключений домовладений.

Для оценки работы региональных властей и газораспределительных организаций в субъектах формируется рейтинг регионов по реализации задачи социальной газификации, который учитывает доступность услуги по газификации для граждан, соблюдение сроков подключения домовладений к газопроводам, обоснованность цен на внутридомовое оборудование, процент заключения и исполнения договоров. В настоящее время лидером рейтинга является Чеченская Республика, второе место разделили 5 регионов – это Липецкая, Оренбургская, Пензенская области, Республика Мордовия и Чувашская Республика.

Напомню, что в ходе V Международного форума «Российская энергетическая неделя-2022» Президент РФ поручил сделать программу догазификации бессрочной, что позволит обеспечить подключение максимального количества потребителей. Также глава государства принял решение включить в программу догазификации котельные образовательных и медицинских учреждений.

По результатам проведенной инвентаризации догазификации подлежат 1492 образовательных учреждений и 1403 медицинских учреждений. На конец июля уже подано более 580 заявок от таких организаций.

Также действуют меры социальной поддержки на подключение потребителей к газу. В газифицированных населенных пунктах льготным категориям граждан предоставляются субсидии на покупку газового оборудования и проведение работ внутри границ их земельных участков в размере не менее 100 тыс. руб. на одно домовладение. В настоящее время льготы

Газовая конфорка
Источник: nikkytok / depositphotos.com

Использование газового баллона в сельской местности
Источник: AYDO8 / depositphotos.com

действуют для инвалидов войны, участников Великой Отечественной войны, ветеранов боевых действий, членов семей погибших (умерших) инвалидов войны, многодетных семей, малоимущих граждан. Предоставление субсидии в размере 100 тыс. руб. и более предусмотрено в 72 регионах. В феврале текущего года выделено 2,3 млрд руб. из резервного фонда Правительства Российской Федерации для софинансирования этих расходов.

Новые регионы России также интегрированы в программу догазификации. В ЛНР, ДНР, Херсонской и Запорожской областях в распределительной сети газоснабжения реализовано 23 мероприятия в рамках догазификации. В результате обеспечено присоединение к сетям газоснабжения 300 новых бытовых абонентов, многофункционального центра, спортивного комплекса и школы.

Значительное внимание уделяется удобству подачи заявок для граждан и информационной работе. Разработаны и внедрены цифровые сервисы для упрощения процедуры подачи заявки. Заявку можно подать как в офисе, так и на сайте газораспределительной организации, а также через портал Госуслуг, МФЦ или с помощью портала единого оператора газификации. Это важное нововведение позволяет не только оптимизировать процедуру для граждан, но и обеспечить максимальную прозрачность процесса подключения.

По желанию граждан предоставляется комплексная услуга по подключению газа, которая предусматривает выполнение всех необходимых для подключения работ в пределах границ земельного участка заявителя. Такая процедура освобождает от необходимости самостоятельно искать подрядчика на выполнение работ внутри участка и домовладения, позволяет заключить договор по регулируемым ценам и сокращает сроки выполнения подключения. ФАС России проводит регулярный мониторинг динамики цен на газоиспользующее оборудование, материалы и стоимость работ внутри земельного участка заявителя, чтобы предотвратить завышение цен со стороны подрядных организаций.

С конца 2021 г. работает единый колл-центр с бесплатным федеральным номером. За прошлый год обработано более 106,5 тыс. звонков. Налажена обратная связь с гражданами. На едином портале государственных и муниципальных услуг запущен опрос граждан по оценке услуг по социальной газификации. Такой формат позволяет своевременно находить и устранять «узкие» места в процедуре техприсоединения.

На сегодняшний день проделана колоссальная работа по обновлению нормативно-правовой, технологической и организационной базы газификации. Фактически процесс был перезапущен и выведен на новый качественный уровень, что позволило в сжатые сроки кратно увеличить темпы строительства соответствующей инфраструктуры и существенно нарастить количество абонентов. При этом мы видим значительный потенциал для дальнейшего подключения новых потребителей, который необходимо реализовать общими усилиями органов власти и газораспределительных компаний. В этой связи работа по совершенствованию нормативной базы продолжается, что будет способствовать дальнейшему упрощению процесса подачи заявки и увеличению скорости техприсоединения. Важно, чтобы каждый гражданин имел возможность подключиться к газовым сетям удобно, быстро и по доступным ценам.

УДК 620.9 DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_14 EDN: KCYBOV

Внутренний рынок газа на историческом перепутье

The domestic gas market at a historic crossroads

Алексей ГРОМОВ
Главный директор по энергетическому направлению, руководитель энергетического департамента Фонда «Институт энергетики и финансов», к. г. н.
E-mail: a_gromov@fief.ru

Сергей КОНДРАТЬЕВ
Руководитель экономического департамента Фонда «Институт энергетики и финансов»
E-mail: s_kondratiev@fief.ru

Александр ШИРОВ
Директор Института народно-хозяйственного прогнозирования РАН, чл.-корр. РАН, д. э. н.
E-mail: schir@ecfor.ru

Alexey GROMOV
PhD in Economic Geography, Principal Director on Energy Studies, Head of Energy Department, Institute for Energy and Finance
a_gromov@fief.ru

Sergey KONDRATIEV
Head of Department for Economic Research, Institute for Energy and Finance
s_kondratiev@fief.ruЛ

Alexander SHIROV
Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, PhD in Economics, Director, Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences
schir@ecfor.ru

Сварка первого стыка газопровода «Ухта – Торжок-2» *Источник: ukhta-tr.gazprom.ru*

Аннотация. В статье анализируются ключевые вызовы, стоящие перед российской газовой отраслью в условиях резкого сокращения экспортных поставок газа, включая перекрестное субсидирование, особенности налогообложения и несбалансированность действующей тарифной системы. Особое внимание уделяется анализу эффектов, возникающих при дерегулировании внутреннего рынка газа.
Ключевые слова: природный газ, внутренний рынок природного газа, экспорт природного газа, дерегулирование.

Abstract. The article analyzes the key challenges facing the Russian gas industry in the context of a sharp reduction in gas exports, including cross-subsidization, special taxation and the imbalance of the current tariff system. Particular attention is paid to the assessment of the effects caused by the deregulation of the domestic gas market.
Keywords: natural gas, domestic gas market, export of natural gas, deregulation.

В 2022 г. российским потребителям было поставлено 458 млрд м³ природного газа (-3,9% г/г), собираемость платежей за газ превысила 90%

Резервуары для хранения сжиженного газа «Ямал СПГ»
Источник: brodyaga.ru

За последний год российская газовая промышленность столкнулась с самыми серьезными за свою историю вызовами на внешних рынках. Введение странами ЕС и США запрета на поставки оборудования и технологических решений, уход зарубежных подрядчиков, резкое сокращение экспорта трубопроводного газа в ЕС из-за подрыва газопроводов «Северный поток 1, 2», прекращения поставок по южной ветке украинского транзита (через ГИС «Сохрановка») и блокирования использования польского участка газопровода «Ямал – Европа» кардинально изменили сложившиеся за предыдущие три десятилетия условия работы на экспортных рынках.

При этом влияние сокращения экспортных поставок для российской газовой отрасли оказалось даже сильнее, чем для других отраслей, столкнувшихся с западными ограничениями. Так, нефтяные и угольные компании смогли сравнительно быстро перенаправить экспортные потоки сырья на новые рынки в Азию, практически не потеряв экспортные объемы. У газовой отрасли, в силу инфраструктурно-логистических особенностей экспорта газа (как сетевого, так и СПГ), на реализацию такого маневра уйдут годы, а его выполнение будет зависеть от многих условий – от доступности технологий и оборудования до налоговых преференций и готовности азиатских рынков к масштабному поступлению российского газа в средне- и долгосрочной перспективе.

На этом фоне, в отличие от внешней среды, внутренний рынок газа оставался стабильным, обеспечивая российским по-

Бованенковское месторождение

Источник: «Газпром»

ставщикам так необходимую сейчас устойчивость. В 2022 г. российским потребителям было поставлено 458 млрд м^3. природного газа (–3,9 % г/г), собираемость платежей за газ превысила 90 %, а объем просроченной задолженности сократился на 0,6 % г/г. В первом полугодии 2023 г. внутренний спрос вернулся к росту и может показаться, что российскому рынку газа не требуются сколько-нибудь серьезные изменения.

Более того, это впечатление укрепляется при взгляде на текущую отраслевую дискуссию. К примеру, сейчас регулятор и участники рынка обсуждают, какие потребители могут называться «коммунально-бытовыми» и нужно ли учитывать переоценку активов Единой системы газоснабжения (далее – ЕСГ) при определении тарифов на транспортировку по магистральным газопроводам[1].

Каждый процентный пункт роста цен на газ приводит к 0,15 п. п. ускорения цен производителей. Так что повышение тарифов на газ способно повысить инфляцию в 2023–2024 гг. более, чем на 1 п. п.

Однако при всей важности этих вопросов, отрасль, на наш взгляд, стоит на историческом перепутье, и от того, какой выбор будет сделан сейчас, зависит конкурентоспособность всей российской экономики, для которой газовый сектор, по-прежнему, остается становым хребтом обеспечения ее устойчивого развития.

Это особенно важно, поскольку объем проектов, реализуемых газовыми компаниями, непосредственным образом влияет на общую макроэкономическую динамику. С учетом структурных особенностей российской экономики таких секторов не так уж и много. Не стоит ожидать что нефтегазовый сектор в целом превратятся в драйвер роста российской экономики, но их системообразующий характер как в части обеспечения экономики энергией и сырьем, включенности в систему кооперационных связей, так и в части формирования доходов бюджета будет иметь в среднесрочной перспективе определяющий характер для успешности политики структурно-технологической модернизации экономики страны.

[1] URL: https://www.kommersant.ru/doc/6095818

Ключевые вызовы для российской газовой отрасли

В начале 2000-х гг. в российской газовой отрасли сложился широкий консенсус: закрепление монополии на экспорт трубопроводного газа и высокие платежи в бюджет от поставок на внешние рынки для «Газпрома» в обмен на сохранение относительно низких цен на природный газ внутри страны и более низкую налоговую нагрузку для независимых производителей природного газа (далее – НПГ). Отраслевой компромисс просуществовал два десятилетия, пережив концепцию «равной доходности» и несколько попыток постепенной «либерализации» рынка.

Однако сейчас условия изменились – экспортные доходы кратно сократились, отрасли требуются многомиллиардные инвестиции в создание новых экспортных маршрутов и возможности для субсидирования и поддержания status quo на внутреннем рынке резко снизились, а значит – цены на газ внутри России будут расти. Вопрос – как? Пока регулятор следует традиционной парадигме – в декабре 2022 г. регулируемые оптовые цены были повышены на 8,5 %, а с июля 2024 г. стоимость газа вырастет еще на 8 %[2]. Следует напомнить, что это существенно выше прогнозируемого уровня инфляции. С учетом межотраслевых взаимодействий каждый процентный пункт увеличения цен на газ приводит не менее, чем к 0,15 проц. п. ускорения цен производителей. Таким образом уже запланированное повышение тарифов на газ способно дополнительно повысить производственную инфляцию в 2023–2024 г. более, чем на 1 проц. п.

Ключевым условием успешного дерегулирования таких отраслей является обеспечение ликвидности на рынке и формирование четких правил торговли. Де-факто, такой механизм уже создан на СПбМТСБ

С одной стороны, такая индексация формирует дополнительные доходы для

[2] URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202212010066

Оренбургский ГПЗ

Источник: «Газпром»

преодоления возникших в секторе проблем, но, с другой стороны, она не отвечает на стоящие перед отраслью вызовы, а также создает дополнительную нагрузку на производителей и население.

По сути, в рамках сохранения такой модели развития газовая промышленность остается под жестким госрегулированием, которое не дает производителям зарабатывать, а потребителям – оптимизировать свои издержки. Это закономерно ведет к росту перекрестного субсидирования, сохранению диспаритета в уровне регулируемых цен и тарифов на транспортировку, консервации низкой инвестиционной привлекательности деятельности газораспределительных организаций (ГРО) и сбытового сегмента.

Альтернативой, на наш взгляд, является поэтапное, постепенное, прозрачное и последовательное дерегулирование внутреннего рынка газа с выравниванием условий для всех его участников.

Отрасль высокой концентрации

В последние годы в зоне ЕСГ свыше 90 % всего газа потребителям поставляют три компании – «Газпром», «НОВАТЭК» и «Роснефть».

Традиционно, «Газпром» занимает доминирующие позиции на рынке – в 2021 г. доля компании превысила 63 % (рис. 1), хотя в поставках отдельным отраслям (агрохимии, металлургии, производству строительных материалов и др.) на «Газпром» уже приходится менее 50 %.

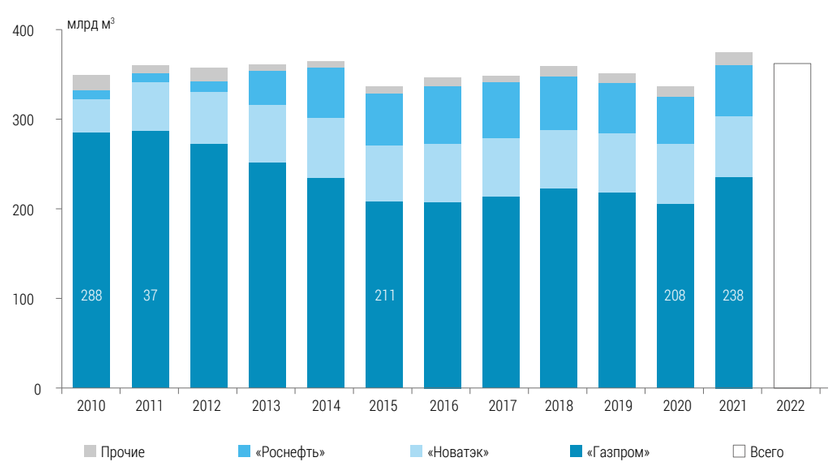
Перекрестное субсидирование в газовой отрасли (межтерриториальное и межотраслевое) превышает 150 млрд руб. в год, однако проблема субсидирования газового рынка шире классических определений

При этом «Газпром» продолжает нести основную социальную нагрузку в отрасли – 9 из 10 потребителей в коммунальном секторе и среди населения являются клиентами «Газпрома» (рис. 2).

Однако доминирование одного крупного игрока на рынке не означает, как показывает опыт Европы и стран АТР, невозможность дерегулирования цен, но создает дополнительные требования к целевой модели рынка, включающей создание системы независимых ценовых индикаторов и жесткое антимонопольное регулирование. У России также есть опыт отраслевого дерегулирования в секторах с высокой концентрацией рыночных игроков – например, в электроэнергетике в начале 2000-х гг.

Рис. 1. Поставки природного газа на внутренний рынок, 2010–2022 гг.

Источники: Институт энергетики и финансов по данным Росстата, ПАО «Газпром»



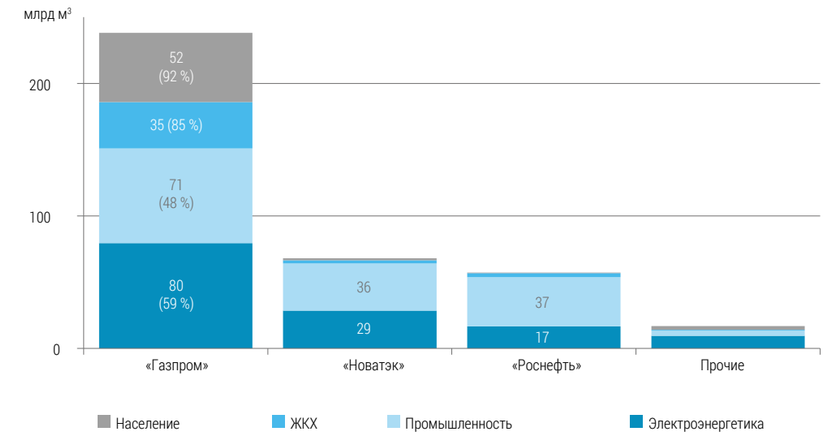


Рис. 2. Структура поставок природного газа на внутренний рынок, 2021 г. (данные за 2022 г. недоступны)

Источники: Институт энергетики и финансов по данным Росстата, ПАО «Газпром»

Ключевым условием успешного дерегулирования таких отраслей является обеспечение достаточной ликвидности на рынке и формирование четких правил торговли. Де-факто, такой механизм уже создан на СПбМТСБ, но сейчас газодобывающие компании продают на бирже в основном «излишки» газа, который не выбирается их клиентами в рамках заключенных прямых двусторонних контрактов. Так, например, в 2023 г. резкий рост предложения со стороны НПГ был связан с увеличением добычи газа компанией «Роснефть».

Такая ситуация, во-многом, связана с позицией регулятора, которому пока не удалось таргетировать объемы предложения, несмотря на требования действующих нормативных актов. Спрос, выводимый на биржевую площадку, также остается заниженным из-за недостаточной дисциплины газоснабжения. «Газпром», при наличии формального ограничения на продажу «до 25 млрд м³. в год», реализовал в 2022 г. только 1,2 млрд м³. газа на биржевых торгах. Установление жестких критериев по биржевым продажам в% от объема добычи (10 %, 20 % и т. д.), как это предлагает ФАС, по аналогии с, например, 13 % от произведенного бензина, способно улучшить ситуацию в части обеспечения уверенности потребителей в работоспособности предлагаемых балансировочных механизмов. Однако этого явно недостаточно.

При этом принципиально важным является достижение разумного компромисса в данной области между интересами «Газпрома», независимых производителей и, разумеется, остальной экономики

Мы полагаем, что повышение ликвидности торгов должно идти от спроса, как это происходило и при запуске оптового рынка в электроэнергетике. Другими словами, крупные коммерческие потребители должны постепенно выходить на биржу за счет сокращения объемов поставок газа для них по регулируемым ценам. В перспективе в регулируемом сегменте должны остаться население и приравненные к нему категории, а также поставщики тепла и электроэнергии для населения и, возможно, ряд стратегических предприятий ОПК.

Означает ли это существенный рост цен для потребителей, выходящих на биржу? В текущих условиях – нет, т. к. свободные добычные мощности у производителей газа сейчас превышают 150 млрд м³. Таким образом, предлагаемый механизм дерегулирования внутреннего рынка газа

ГРО и сбытовые компании остаются в зоне низкой рентабельности. В 2021 г. сальдированный финансовый результат сбытов «Газпрома» составил лишь 12 млрд руб. при продаже на рынок 230 млрд м³

позволит перейти от решения задачи оптимизации отдельными производителями, которые, как правило, максимизируют собственную прибыль, к оптимизации всей системы газовой торговли внутри страны.

Мы также считаем, что переход к рыночным ценам решает и проблему «двойного регулирования», ведь сейчас регулируются одновременно и оптовые цены, и тарифы на транспортировку по магистральным газопроводам, что, зачастую, приводит к существенным ценовым искажениям. Переход от регулирования оптовых цен к ценообразованию на основе системы рыночных хабов в основных регионах добычи и регулируемых тарифов на транспортировку газа по магистральным газопроводам позволит выполнить задачу, поставленную больше 20 лет назад[3].

Перекрестное субсидирование и системные услуги

По нашим оценкам, перекрестное субсидирование в газовой отрасли (межтерриториальное и межотраслевое) превышает 150 млрд руб. в год, однако проблема субсидирования в случае газового рынка шире классических определений.

Так, регулируемые цены на газ приводят к тому, что «плату за гибкость» вносят не потребители, а «Газпром» (и отчасти независимые производители газа). Сейчас эта проблема решается за счет повышающих коэффициентов и, судя по накалу дискуссии вокруг правок в правила поставки газа, этот вопрос является одним из ключевых и для производителей, и для потребителей газа[4].

[3] Постановление Правительства Российской Федерации от 22 мая 2002 года № 328. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901818573

[4] URL: https://www.kommersant.ru/doc/6095818

Вместе с тем, изменение величины коэффициента, сокращение или увеличение льготных категорий потребителей не решает проблему определения реальной стоимости таких услуг (например, поставки газа в период пикового спроса). При этом реальный механизм определения такой стоимости уже есть – это запущенная в 2022 г. СПбМТСБ система коммерческой балансировки газа, которую можно рассматривать как прообраз рынка торговли «отклонениями» при условии обеспечения минимальной ликвидности торгов. Таким образом, изменение подхода к установлению тарифов на транспортировку газа по магистральным газопроводам с переходом к зональной системе «вход-выход» позволит повысить ликвидность этого рынка и определить реальную ценность услуг по балансированию системы. Именно в этом направлении – а не в механической корректировке коэффициентов – должно, по нашему мнению, двигаться регулирование работы внутреннего рынка газа.

При этом принципиально важным является достижение разумного компромисса в данной области между интересами «Газпрома», независимых производителей и, разумеется, остальной экономики. Но, и это, пожалуй, главное, новые тарифные решения должны носить долгосрочный характер.

Газовоз проекта «Ямал СПГ»
Источник: pro-arctic.ru

Компрессорная станция Байдарацкая газопровода «Бованенково – Ухта» *Источник: «Газпром»*

Газораспределительные организации и сбытовые компании: создавая стоимость

В последние годы благодаря реализации программ по газификации и догазификации ГРО и сбытовые компании «Газпрома» оказались в центре внимания, однако они, по-прежнему, в большей степени занимаются «поставками», а не продажами. По сути, и ГРО, и сбытовые компании остаются в зоне низкой рентабельности – в 2021 г. сальдированный финансовый результат сбытовых подразделений «Газпрома» составил лишь 12 млрд руб. (при поставках на рынок свыше 230 млрд м³.).

В этих условиях дерегулирование оптового рынка газа создает для сбытового сектора дополнительные риски, поскольку переход крупных потребителей к прямым закупкам газа на бирже приведет к потере части необходимой валовой выручки, и выходом из этой ситуации может быть лишь бóльшая дифференциация тарифа для разных групп потребителей. К примеру, сейчас регулируемая сбытовая надбавка для потребителей, покупающих менее 0,1 млн м³. в год (7-я тарифная группа), лишь в 2–4 раза меньше платы для компаний, приобретающих свыше 500 млн м³. (1-я тарифная группа) при существенно более высоком дифференциале в затратах на обслуживание потребителей из этих тарифных групп.

Вместе с этим, у сбытовых компаний имеется существенный резерв для повышения эффективности своей деятельности. Так, борьба с региональными неплатежами, для чего они изначально создавались, перешла в другую плоскость, биржа продемонстрировала техническую возможность удаленного заключения договоров и их актирования, а «Газпром» внедрил новую автоматизированную систему учета газа.

В 2023 г. объемы налоговых платежей снизятся до 1,4-1,6 трлн руб., при этом более трети придется на дополнительный сбор по НДПИ на газ (50 млрд руб. в месяц), уплачиваемый «Газпромом»

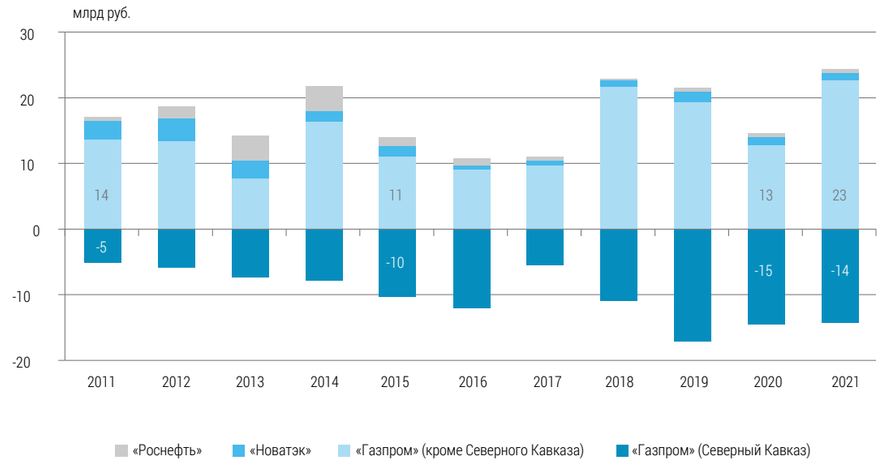


Рис. 3. Прибыль сбытовых компаний от поставок природного газа на внутренний рынок, 2021 г. (данные за 2022 г. недоступны)

Источники: Институт энергетики и финансов по данным Росстата, ПАО «Газпром»

Очевидно, что сбытовые структуры, созданные 20 лет назад, требуют реформирования, и их расходы могут быть существенно оптимизированы.

Аналогичная ситуация сложилась и в сегменте ГРО, где текущие тарифы не всегда покрывают даже операционные затраты, и регулятор для балансировки бюджетов газораспределительных компаний использует такие механизмы как «специальная надбавка», достигающая для отдельных тарифных групп 50–60 % от соответствующего тарифа ГРО. Как результат, сейчас в структуре конечной цены в зависимости от региона оптовая цена составляет 80–85 %, тарифы ГРО (включая спец. надбавку) – 10–17 %, а сбытовая надбавка – лишь 2–3 % (в 2–3 раза ниже уровня надбавки энергосбытовых компаний и в 3–5 раз ниже уровней таких надбавок европейских компаний).

При сохранении действующего подхода к налоговому регулированию, маржа «Газпрома» от поставок газа в западные и южные регионы страны будет продолжать находиться на околонулевой отметке

Такой подход позволяет сохранять цены для конечных потребителей на сравнительно низком уровне, но не создает стимулы для привлечения инвестиций и развития конкуренции. Нам же представляется, что в устойчивой рыночной модели доля тарифов ГРО и сбытовых надбавок в структуре конечной цены должна будет вырасти до уровней, позволяющих этим компаниям вести коммерческую деятельность без сторонней поддержки в условиях дерегулированного рынка.

Дилемма тарифного регулирования для этих секторов, во многом, напоминает ситуацию на оптовом рынке. Оно состоит в выборе между индексацией предельных тарифов в рамках балансовых решений и – повышением тарифных ставок, исходя из фактических затрат предприятий и создания условий для роста эффективности за счет механизмов бенчмаркинга по эталонным затратам и сравнения с лучшими предприятиями на отраслевом уровне.

По второму пути уже идет российская электроэнергетика и при всех ограничениях – в части информационной базы, и работы регулируемых организаций в отдельных регионах – этот сценарий в среднесрочной перспективе создает условия для повышения производительности и более низкого уровня цен.

Налоги: равные условия

Перекосы в регулировании характерны не только для розничного рынка газа в России. Один из главных текущих дисбалансов сейчас создает налоговая политика в отрасли.

Так, в 2022 г. газовая отрасль выплатила в бюджет 3,5 трлн руб. В 2023 г. объемы таких платежей снизятся до 1,4–1,6 трлн руб., при этом более трети придется на дополнительный сбор по НДПИ на газ (50 млрд руб. в месяц), уплачиваемый «Газпромом». Таким образом, в этом году на ПАО «Газпром» придется свыше 85 % выплат по НДПИ на природный газ при том, что государственный концерн добывает лишь 60 % российского газа. Такая модель была обоснована, когда компания направляла на экспорт 35–40 % всего добываемого газа. Однако сейчас, когда доля экспортных поставок снизилась до менее чем 25 % от общего объема добычи, а значительная часть его реализации на внешних рынках приходится на страны с фиксированными низкими ценами (Белоруссия, Казахстан), она перестала быть актуальной (рис. 4).

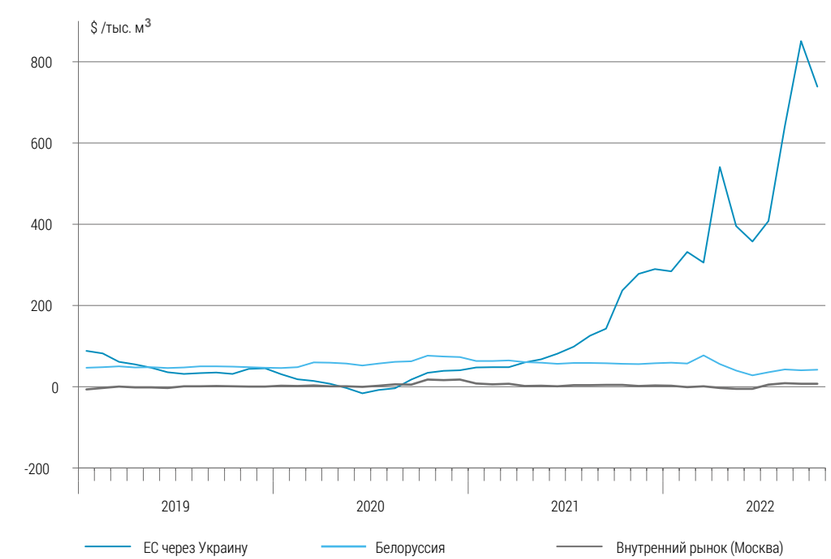
Это означает, что возможности для субсидирования внутреннего рынка за счет экспорта сокращаются, более того, «Газпром» оказывается в худших условиях в сравнении с независимыми производителями, которые платят НДПИ на газ по более низким ставкам или же не платят его вообще (при добыче попутного газа), т. к. сейчас НДПИ на газ привязан к стоимости газа на экспортных рынках, а используемые при расчете налога предположения (например, доля выручки, получаемая на внешних рынках) уже не являются актуальными.

Возможности для субсидирования внутреннего рынка за счет экспорта сокращаются, более того, «Газпром» оказывается в худших условиях в сравнении с независимыми производителями

Таким образом, при сохранении действующего подхода к налоговому регулированию, маржа «Газпрома» от поставок газа в западные и южные регионы страны будет продолжать находиться на околонулевой отметке (рис. 5), что не позволит компании финансировать капитальные затраты

Рис. 4. Экономика поставок газа ПАО «Газпром» на внутренний рынок и на экспорт, 2019–2022 гг.

Источники: Институт энергетики и финансов по данным ФАС, ПАО «Газпром»



в поддержание добычных и газотранспортных мощностей. Положение независимых производителей лучше благодаря более низкой налоговой нагрузке, но запас финансовой прочности у них также невелик.

Таким образом, для создания эффективной конкурентной среды необходимо обеспечить не только недискриминационный доступ к инфраструктуре ЕСГ, но и равные налоговые условия – в противном случае, заработки на внутреннем рынке для российских производителей будут определяться внешней конъюнктурой, в т. ч. в регионах, куда Россия уже де-факто не поставляет природный газ.

Важным моментом является и то, что в складывающихся внешнеэкономических условиях сохранение ориентации рентных платежей на цены экспортных рынков искажает фактические пропорции, складывающиеся в нефтегазовом секторе. Поэтому было бы целесообразно постепенно уходить от этих бенчмарков, что позволило бы повысить планирование налоговых поступлений. Одним из вариантов такой системы могло бы стать использование двухкомпонентной системы налогообложения, где первая часть была бы связана с прогнозными оценками добычи, а вторая – с объемом формируемой прибыли.

Одним из вариантов новой системы могло бы стать использование двухкомпонентной системы налогообложения, где первая часть была бы связана с прогнозами по добыче, а вторая – с объемом формируемой прибыли

Могут быть предложены и другие варианты, но важно понимать, что изменение модели функционирования газовой отрасли потребует изменений не только механизмов тарифообразования на внутреннем рынке, но и принципов налогообложения отрасли в целом.

Баланс для участников рынка

Вопрос о том, что получают участники рынка при реализации разных моделей регулирования, является одним из ключевых. Сохранение «индексного» подхода позволяет и производителям, и потребителям получить определенность лишь краткосрочных перспектив развития рынка. Дерегулирование рынка, с одной стороны, создает риски сильных колебаний цен, но, с другой стороны, позволяет определить реальную стоимость природного газа для разных групп потребителей и в среднесрочной перспективе создать стимулы для всех участников рынка повышать эффективность своей деятельности, обеспечивая, «в среднем», более низкий уровень цен.

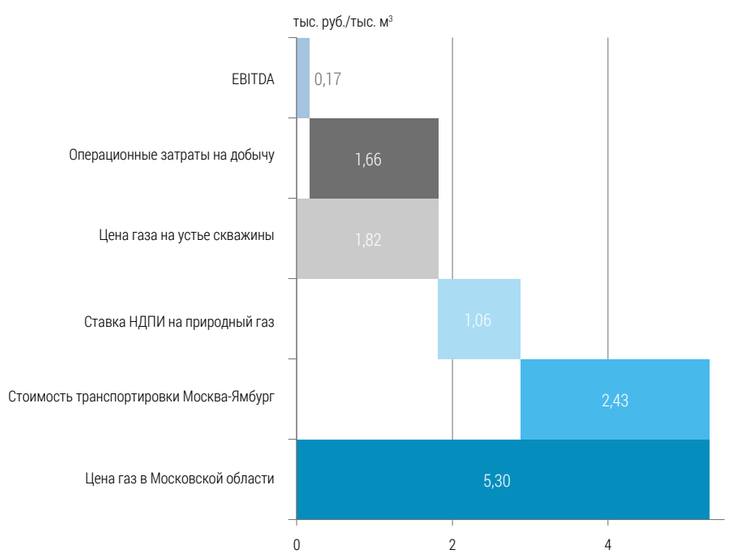
Российский газовый рынок сейчас находится на развилке, и выбор в пользу привычных инструментов, на первый взгляд, выглядит правильным решением. Однако, на наш взгляд, сейчас созданы все условия для либерализации рынка – к ней готовы и потребители, и регулятор, коммерческая и технологическая инфраструктура, а также сами производители. При этом высокий уровень свободных добычных и транспортных мощностей позволяет обеспечить переход к рыночному ценообразованию внутри страны без резкого роста стоимости газа для конечных потребителей.

Наличие развитого внутреннего рынка газа соответствует интересам его потребителей и всей российской экономики. Постепенное снижение дисбалансов возможно в условиях эффективной и справедливой конкуренции на рынке «Газпрома» и независимых производителей. В этом случае возникнут условия для активизации всех направлений развития газового сектора, а значит будет увеличиваться и потенциал его влияния на параметры развития российской экономики. В частности, если для «Газпрома» приоритетное значение в ближайшее время будет иметь развитие газотранспортной системы в восточном направлении и реализации программы газификации, то для независимых производителей приоритетами могут выступать развитие проектов в области сжиженного природного газа, диверсификация деятельности в части развития смежных машиностроительных производств, газохимии, наращивания компетенций в части разработки трудноизвлекаемых запасов. Эти существенные различия в стратегиях крупнейших производителей газа безусловно должны найти отражение и в новой концепции развития газового сектора России.

Дерегулирование рынка, с одной стороны, создает риски сильных колебаний цен, но, с другой стороны, позволяет определить реальную стоимость природного газа для разных групп потребителей

Рис. 5. Экономика поставок газа «Газпромом» для Московского региона по регулируемым ценам, 2022 г.

Источники: Институт энергетики и финансов по данным ФАС, ПАО «Газпром»



Подключение участков к межпоселковым газопроводам

Источник: pskov.ru

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №9(188) / 2023

УДК 338.27 DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_26 EDN: FMDSLS

Возможности и ограничения развития российской газовой отрасли в условиях санкций на перспективу до 2030 г.

Opportunities and limitations for the development of the Russian gas industry in the context of sanctions for the period up to 2030

Валерий СЕМИКАШЕВ
Заведующий лабораторией
Института народно-хозяйственного
прогнозирования РАН (ИНП РАН), к. э. н.
E-mail: vv_semikashev@mail.ru

Valeriy SEMIKASHEV
PhD in Economics, Head of the Laboratory of the
Institute of Economic Forecasting of the Russian
Academy of Sciences (INP RAS)
E-mail: vv_semikashev@mail.ru

Мария ГАЙВОРОНСКАЯ
Младший научный сотрудник,
аспирант ИНП РАН
E-mail: ms.gayvoronskaya@yandex.ru

Maria GAIVORONSKAYA
Junior researcher, postgraduate student, Institute of
Economic Forecasting Russian Academy of Sciences
E-mail: ms.gayvoronskaya@yandex.ru

Трасса газопровода «Сила Сибири» *Источник: «Газпром»*

Аннотация. Целью статьи является анализ альтернативы развития газовой отрасли России в условиях действия санкции и резкого сокращения трубопроводного экспорта в Европу. Для этого укрупнённо показаны тенденции развития до 2022 г. Это то развитие, которое было свойственно отрасли (и российским газодобывающим компаниям) в условиях макроэкономического и внешнеэкономического окружения, действовавшего до 2022 г. Среди альтернатив развития рассматриваются два предельных (минимальный и максимальный) сценария экспорта природного газа (в том числе с учетом реализации новых экспортных трубопроводов и вариативности в сфере СПГ), разные варианты динамики внутреннего спроса, который зависит от развития экономики, газификации, реализации проектов в нефтегазохимии, а также реализации потенциала повышения энергоэффективности. Во второй части статьи предлагается авторский вариант развития системы газопроводов и модернизации газопотребления на востоке страны, а также даются экономические оценки этого варианта.
Ключевые слова: прогноз, экспорт, сценарии, газовая отрасль, СПГ, газификация, энергоэффективность.

Abstract. The purpose of the article is to analyze alternatives for the development of the Russian gas industry in the context of the sanctions and a sharp reduction in pipeline exports to Europe. To do this, the development trends until 2022 are shown in an enlarged way. This is the development that was characteristic of the industry (and Russian gas producing companies) in the conditions of the macroeconomic and foreign economic environment that was in effect until 2022. Among the considered development alternatives, two limiting (minimum and maximum) natural gas export scenarios are considered (including taking into account the implementation of new export pipelines and variability in the LNG sector), different options for the dynamics of domestic demand, which depends on the dynamics of economic development, gasification, project implementation in the petrochemical industry, as well as realizing the potential for improving energy efficiency. In the second part of the article, the author's version of the development of the gas pipeline system and the modernization of gas consumption in the east of the country is proposed, as well as economic assessments of this option are given.
Keywords: forecast, export, scenarios, gas industry, LNG, gasification, energy efficiency.

Российский газ конкурентоспособен при экспортных поставках, как по трубопроводу, так и в виде СПГ, что определило опережающий рост экспорта

Тенденции развития газовой отрасли до 2022 г.

Наибольшие объемы добычи в 2010–2022 гг. наблюдались в 2019 г. – 739 млрд м^3, тогда же были наибольшие объемы экспорта – 258,5 млрд м^3 и высокие уровни внутреннего потребления – 480,5 млрд м^3. Во время финансового кризиса 2014–2015 гг. и пандемийного кризиса 2019–2020 гг. все показатели снижались. В таблице 1 показан баланс добычи, экспорта и внутреннего потребления природного газа в России в 2010–2022 гг.

Доля экспорта в добыче выросла с 29 % в 2010 г. до 35 % в 2019–2020 гг., а затем сократилась до 27 % к 2022 г. При этом поставки на внешние рынки приносили газовой отрасли примерно две трети выручки.

	2010	2012	2014	2016	2018	2019	2020	2021	2022
Добыча газа	651	655	642	641	726	739	694	762,3	673,8
Экспорт	191,2	193,5	188,8	212,7	248,6	258,5	240,4	245,3	170,6
Импорт	4,2	8,1	8,6	8,9	9,4	9,1	9	8,2	8
Внутреннее потребление	459,1	460	458,4	456,7	481,9	480,5	464,4	470	484
Энергетика	179,6	181,8	176,1	169	172,9	168,3	153,3	159,8	159,7
Население и комбыт	96,3	95,3	96	95,1	97,7	91,6	88,2	89,3	92
Реальный сектор	132,8	131,6	135,3	141,1	157,7	167,3	171,4	169,2	179,1
Прочие	50,4	51,2	51	51,5	53,6	53,3	51,5	51,7	53,2
Изменение запасов	4,9	9,6	3,4	-19,4	4,9	9,1	-1,8	55,2	27,2

Таблица 1. Баланс природного газа в 2010–2022 гг., млрд м^3 *Источники: Росстат, Минэнерго, ФТС, ТЭБ, GIIGNL*

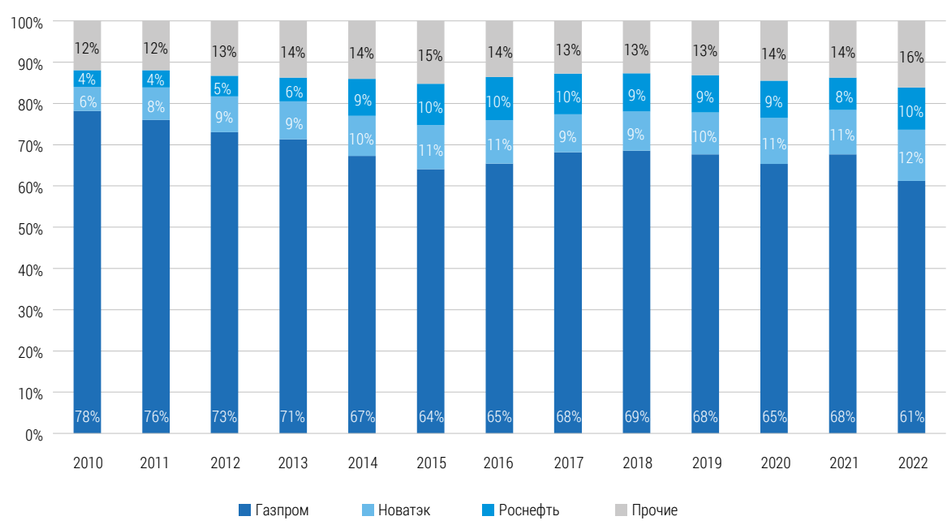
Если в 2019 г. доля экспорта составляла 57 % выручки, то в 2022 г. в связи с аномально высокими мировыми ценами на газ (цены на СПГ и трубопроводный газ, привязанные к спотовым ценам) эта доля выросла до 82 %.

В 2022 г. в связи с ограничением возможностей экспортной инфраструктуры физические объемы российского экспорта упали на четверть по отношению к 2021 г., а объемы добычи сократились на 12 %: ««Газпром»» сократил свою добычу на 20 %, а остальные участники рынка увеличили совокупную добычу на 6 %.

Колебания спроса как внутреннего, так и внешнего на протяжении всего рассматриваемого периода отразились на добыче компании «Газпром». «Газпром» является балансирующим игроком на российском газовом рынке. На объемы добычи «НОВАТЭКа», «Роснефти» и других газовых компаний изменения спроса почти не повлияли. Вместе с этим за рассматриваемый период доля «Газпрома» снизилась с 78 % в 2010 г. до 61 % в 2022 г. (рис. 1), то есть при растущих объемах добычи «НОВАТЭКа», «Роснефти» и прочих газодобывающих компаний, «Газпром» принимал на себя колебания спроса, сокращая свою долю на российском газовом рынке.

Роль внутреннего рынка газа в добыче выросла до 72 % в 2022 г. В структуре потребления выросла доля реального сектора с 29 % в 2010 г. до 36 % в 2021 г., но сократились доли энергетики, населения и коммунально-бытового сектора

Рис. 1. Структура добычи природного газа по компаниям в 2010–2022 гг.,% *Источник: отчеты компаний*



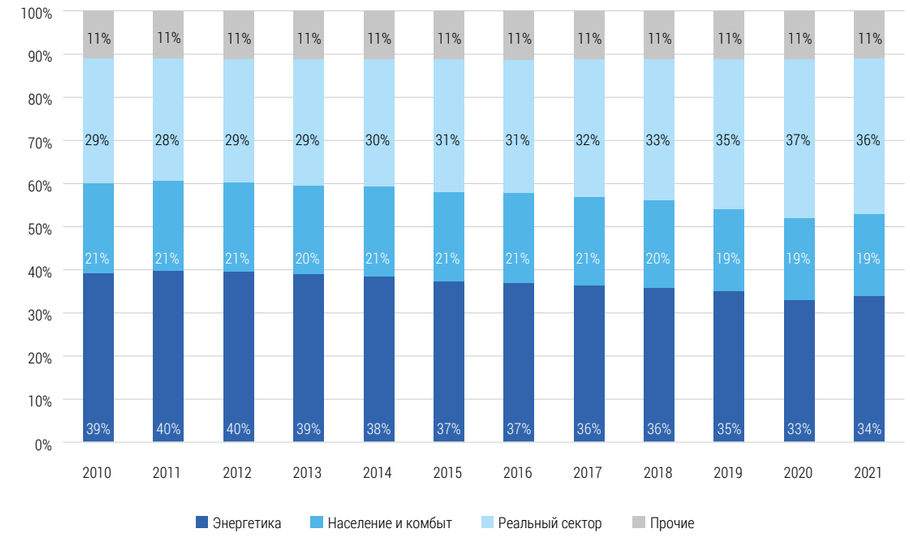


Рис. 2. Структура потребления природного газа в 2010–2021 гг.,% *Источник: «Газпром»*

с 39 до 34 % и с 21 до 19 % соответственно (рис. 2). Сокращение потребления секторами энергетики и населением связаны с увеличением энергоэффективности, а увеличение потребления со стороны реального сектора – с ростом экономики.

Российский газ конкурентоспособен при экспортных поставках, как по трубопроводу, так и в виде СПГ, что определило опережающий рост экспорта.

Рост внутреннего потребления наиболее значим в реальном секторе – где идет как рост производства, так и увеличение доли собственной генерации у промышленности [1].

В энергетике снижается потребление за счет процессов оптимизации, в частности, за счет использования более эффективных газовых турбин. Плюс сказывается наведение порядка в теплоснабжении, в основном на стадии передачи и потребления, что приводит к сокращению выработки тепла, а значит потребления газа на эти цели [2].

В следующем разделе будут рассмотрены варианты развития после 2022 г., когда газовая отрасль будет функционировать в новых условиях:

- отсутствия трубопроводного экспорта в Европу;
- высокой неопределенности с макроэкономической динамикой российской экономики;
- рисков с поставками оборудования (в том числе газовых турбин, что затормозит процесс повышения эффективности использования газа в энергетике);
- сохраняющегося значимого потенциала повышения эффективности использования газа в экономике как напрямую, так и получаемой из него энергии [3];
- другими факторами (программа газификации, строительство новых заводов СПГ и новых трубопроводов).

Экспорт природного газа из России в 2022 г.

Прошлый год изменил условия и возможности российского экспорта природного газа. Частично или полностью были разрушены газопроводы «Северный поток» и «Северный Поток-2», Украина оставила функционирующей только одну из веток для транзита российского газа в Европу, а большинство европейских стран поставили цели сокращения импорта российского газа и постепенного отказа от него. Это всё привело к сокращению трубопроводного экспорта из России на 39 % с 204,4 млрд м^3 до 124,9 млрд м^3 за период 2021–2022 гг. При этом экспорт в страны Европы сни-

зился на 46 % до 85,5 млрд м³, а экспорт в Китай вырос на 48 % до 15,4 млрд м³.

Стабильно функционирующими в 2022 г. остались только газопроводы в Турцию. Поставки в европейские страны по «Турецкому потоку» выросли на 2 % по отношению к 2021 г. и составили 12,9 млрд м³ в 2022 г. Поставки в Турцию по газопроводам «Турецкий поток» и «Голубой поток» в сумме выросли на 23 % и составили 20,6 млрд м³ в 2022 г.

В 2022 г. снизились поставки через украинскую ГТС на 55 % с 41,7 млрд м³ в 2021 г. до 18,7 млрд м³ в 2022 г. Отметим, что по действующему контракту с Украиной Россия должна поставлять в Европу через украинскую ГТС 40 млрд м³ в год до 2024 г.

Поставки по «Северному потоку» прекратились в середине 2022 г. – сначала начались ремонтные работы, затем проблемы с возвратом газовых турбин после ремонта, а после и взрыв газопроводов. Совокупные объемы экспорта по «Северному потоку» составили 30,2 млрд м³ в 2022 г. Это на 49 % ниже объемов 2021 г.

Экспорт по газопроводу Ямал-Европа через Польшу и Беларусь был остановлен по политическим причинам еще в начале 2022 г. Таким образом, совокупный экспорт в оставшиеся страны Европы, Прибалтики и Финляндия сократился на 89 % с 29,0 млрд м³ в 2021 г. до 3,1 млрд м³ в 2022 г.

Трубопроводные поставки в Китай выросли на 48 % и достигли 15,4 млрд м³ в 2022 г., а экспорт в страны СНГ составил 24 млрд м³.

Экспорт СПГ вырос на 12 % с 40,9 млрд м³ в 2021 г. до 45,7 млрд м³ в 2022 г. Сверх установленной мощности работали заводы «Сахалин-2» и «Ямал СПГ».

Наибольшие объемы добычи в 2010–2022 гг. наблюдались в 2019 г. – 739 млрд м³, тогда же были наибольшие объемы экспорта (258,5 млрд м³) и внутреннего потребления (480,5 млрд м³)

Производственный комплекс «Пригородное» проекта «Сахалин-2»
Источник: «Газпром»

Сценарии экспортных поставок до 2030 г.

Поскольку в 2022 г. изменились условия функционирования газовой отрасли, меняются как физические, так и финансовые потоки, необходимо оценить тот диапазон добычи, в котором будет существовать российская газовая отрасль в среднесрочной перспективе. Поэтому были разработаны два сценария, которые показывают минимальные и максимальные объемы добычи, которые будут соответствовать потребностям внешнего и внутреннего рынков.

Высокий сценарий предполагает максимальное увеличение экспорта и благоприятные условия. Однако даже в этом варианте при существующей инфраструктуре объемы экспорта природного газа из России к 2030 г. останутся примерно на уровнях 2022 г. При этом экспорт в Европу упадет с 85,5 млрд м³ до 32 млрд м³ и будет представлен только поставками по «Турецкому» и «Голубому» потокам. Страны Южной и Юго-Восточной Европы, такие как Сербия, Венгрия, Болгария, Греция продолжат получать российский газ в соответствии с контрактными обязательствами. Экспорт через украинскую ГТС в Молдову, Италию, Австрию, Словакию и прочие страны будет постепенно сокращаться (таблица 2).

Объемы трубопроводного экспорта в Китай будут расти в соответствии с подписанными контрактами. Поставки будут осуществляться по «Силе Сибири» и Дальневосточному маршруту в объеме 48 млрд м³ к 2030 г. Ресурсная база для дальневосточного маршрута в таком сценарии может быть, как сахалинской (далее подробнее), так и другой.

В высоком сценарии поставки в страны СНГ сохранятся на уровне 2021–2022 г. в объеме 24 млрд м³. Предполагается некоторое снижение потребления газа в энергетике в связи с запуском второго энергоблока на Белорусской АЭС и увеличение спроса со стороны реального сектора, что вместе сохраняет текущие объемы трубопроводного экспорта.

Таким образом, трубопроводный экспорт составит всего 104 млрд м³ в 2030 г. Это в два раза ниже объемов 2021 г.

Экспорт СПГ будет расти. Доля СПГ в общем объеме экспорта вырастет с 27 % в 2022 г. до 42 % в 2030 г. Будут введены три линии «Арктик СПГ-2» мощностью по 6,6 млн т [4]. Возможны новые заводы СПГ общей мощностью до 5–10 млрд м³. Это могут быть проекты типа «Криогаз Высоцк» или четвертой линии «Ямал СПГ» с использованием преимущественно отечественного или неподсанкционного оборудования, одна линия, которую может собирать завод «НОВАТЭКа» в Мурманске [4] [1], или новые проекты на среднетоннажных китайских технологиях [5]. Важно, что эти проекты могут быть реализованы даже в условиях ограничений на поставку западного оборудования.

Колебания спроса отразились на добыче «Газпрома», а так как он является балансирующим игроком на рынке, то на объемы добычи газа «НОВАТЭКа», «Роснефти» и др. изменения спроса не повлияли

Низкий сценарий предполагает минимальное участие России в сотрудничестве с новыми странами. Сохранятся трубопроводные поставки в Турцию и Европу, причем экспорт в страны Южной и Юго-Восточной Европы будет понемногу снижаться. Совокупные объемы экспорта в Европу составят 29 млрд м³ к 2030 г. (таблица 3).

Трубопроводные поставки в Китай вырастут до 38 млрд м³ к 2030 г. Поставки по другим маршрутам, таким как Дальневосточный маршрут и «Сила Сибири-2» не будут реализованы, поскольку для первого маршрута недостаточны ресурсная база и возможности для ее разработки, а реализация второго маршрута имеет ряд рисков, среди которых риск низких цен и соответствующие риски экономической нецелесообразности, недостаточного роста спроса на газ со стороны экономики Китая.

[1] Как заявляют в компании, завод готов чуть ли не каждый год собирать по линии сжижения мощностью 6,6 млн т. При этом нет зависимости от импортного оборудования.

Таблица 2. Прогноз экспорта природного газа из России по направлениям до 2030 г. в высоком сценарии, млрд м³

Источники: ФТС, Bruegel, GIIGNL, «Газпром», Минэнерго, ТЭБ, ФТС, расчеты авторов

	2021	2022	2023	2024	2025	2030
Добыча газа	762,3	673,8	626,6	647,6	658,5	729,9
Экспорт	245,3	170,6	133,9	148,6	155,1	178,1
трубопроводный	204,4	124,9	88,4	95	96	104
в страны дальнего зарубежья	169,7	100,9	64,4	71	72	80
Европа и прочие	159,3	85,5	42,4	41	37	32
Китай	10,4	15,4	22	30	35	48
в страны СНГ	24,3	24	24	24	24	24
СПГ	40,9	45,7	45,5	53,6	59,1	74,1
«Сахалин-2»	14	15,7	15	15	15	15
«Ямал СПГ»	26,9	28,8	27,4	25,5	24	24
«Арктик СПГ-2»			0	9	15	27
Прочие СПГ («Криогаз Высоцк», Портовая СПГ)		1,2	3,1	3,1	3,1	3,1
Новые мало- и среднетоннажные СПГ				1	2	5

Примечание: структура потребления и импорт в 2022 г. – оценки авторов

	2021	2022	2023	2024	2025	2030
Добыча газа	762,3	673,8	621,2	634,2	635	666,9
Экспорт	245,3	170,6	132,9	144,6	146,1	156,1
трубопроводный	204,4	124,9	87,4	92	89	87
в страны дальнего зарубежья	169,7	100,9	64,4	70	69	67
Европа и прочие	159,3	85,5	42,4	40	34	29
Китай	10,4	15,4	22	30	35	38
в страны СНГ	24,3	24	23	22	20	20
СПГ	40,9	45,7	45,5	52,6	57,1	69,1
«Сахалин-2»	14	15,7	15	15	15	15
«Ямал СПГ»	26,9	28,8	27,4	25,5	24	24
«Арктик СПГ-2»			0	9	15	27
Прочие СПГ («Криогаз Высоцк», Портовая СПГ)		1,2	3,1	3,1	3,1	3,1

Примечание: структура потребления и импорт в 2022 г. – оценки авторов

Таблица 3. Прогноз экспорта природного газа из России по направлениям до 2030 г. в низком сценарии, млрд м³

Источники: ФТС, Bruegel, GIIGNL, «Газпром», Минэнерго, ТЭБ, ФТС, расчеты авторов

Экспорт в страны СНГ упадет до порядка 20 млрд м³. Это связано с вводом в эксплуатацию второго энергоблока Белорусской АЭС, что может снизить загрузку газовых электростанций.

Экспорт СПГ будет осуществляться в соответствии с плановыми и имеющимися мощностями. Совокупные объемы экспорта вырастут до 69 млрд м³ к 2030 г. Доля СПГ в общем объеме экспорта вырастет с 27 до 44 % на периоде 2022–2030 гг. Новых проектов СПГ в этом сценарии не предполагается.

Таким образом, экспорт природного газа из России составит 156 млрд м³ к 2030 г., что на 8 % ниже объемов 2022 г.

Альтернативные варианты развития внутреннего рынка и производства газа

Одним из потенциальных направлений наращивания потребления на внутреннем рынке является газификация. Без учета энергоэффективности максимальные объемы прироста к 2030 г. оцениваются порядка 25 млрд м³ [6]. Здесь учитывается газификация домохозяйств населения и коммунально-бытового сектора. Пока это направление является социальным, и затраты на газификацию возложены на дочернюю компанию «Газпрома» – «Газпром газификация», однако при учете экономической, экологической и социальной эффективности отдельных проектов, особенно в азиатской части России, совокупные объемы прироста могут измениться [7].

В таблице 4 приведен прогноз внутреннего потребления природного газа в России по сегментам до 2030 г. в высоком сценарии. Показаны два варианта – высокий сценарий и низкий сценарий, учитывающий повышение энергоэффективности.

Высокий сценарий предполагает рост экономики на 2,5 % в среднем до 2030 г. [8], замещение угля природным газом в энергетике, реализацию новых проектов в энергетике(об этом в заключительной части статьи) в азиатской части России и достаточно высокие темпы газификации. Этот сценарий не учитывает энергоэффективность, поскольку приняты санкционные ограничения по использованию газовых турбин западного происхождения, а массовое производство отечественных газовых турбин большой мощности еще не будет реализовано. Поэтому темпы снижения удельных расходов в электроэнергетике значительно ниже, чем в предыдущие 10–20 лет.

Трубопроводные поставки в Китай выросли в 2022 г. на 48 %, до 15,4 млрд м³, а экспорт в страны СНГ составил 24 млрд м³. Экспорт СПГ в 2022 г. вырос на 12 %, до 45,7 млрд м³

	Факт	Высокий сценарий			Высокий сценарий + повышение энергоэффективности		
	2022	2025	2030	2030/ 2022	2025	2030	2030/ 2022
Добыча газа	673,8	666	751,7	12 %	654,8	726,1	8 %
Экспорт	170,6	155,1	178,1	4 %	155,1	178,1	4 %
Импорт	8	8	8	0 %	8	8	0 %
Внутреннее потребление	484	518,9	581,6	20 %	507,7	556	15 %
Энергетика, в т. ч.:	159,7	169,6	188	18 %	167,1	181,2	13 %
Новые проекты на востоке страны		5	15		5	15	
Население и комбыт	92	102,5	120	30 %	98,5	115,4	25 %
Реальный сектор	179,1	192,8	218,2	22 %	188,4	204,9	14 %
Прочие	53,2	54	55,4	4 %	53,7	54,5	2 %

Таблица 4. Прогноз внутреннего потребления природного газа в России по сегментам до 2030 г. в высоком сценарии, млрд м³

Источники: Минэнерго РФ, «Газпром», расчеты авторов

В таких условиях внутреннее потребление вырастет на 20 % с 484 млрд м³ в 2022 г. до 581,6 млрд м³ в 2030 г. Лидерами роста по сегментам станут население и коммунально-бытовое хозяйство и промышленность. Потребление газа в энергетике растет в связи с ростом потребления электроэнергии, но темпом ниже, чем экономика или внутреннее потребление газа.

Если предположить, что в российской экономике будет активно повышаться энергоэффективность, то в высоком сценарии рост совокупного внутреннего потребления природного газа к 2030 г. составит 556 млрд м³ (прирост на 15 %). Здесь рост потребления будет обеспечен ускорением газификации, новыми газовыми проектами в азиатской России, а также увеличением спроса в реальном секторе за счет роста экономики. Однако рост будет не такой сильный, как в высоком сценарии, поскольку он будет скомпенсирован реализацией потенциала повышения энергоэффективности, особенно в реальном секторе и энергетике.

В таблице 5 представлен прогноз потребления природного газа в России по сегментам до 2030 г. в низком сценарии. Низкий сценарий предполагает рост экономики на уровне 1 %, а также медленное развитие газификации (по нижней границе запланированного). Таким образом, совокупное внутреннее потребление растет всего на 6 % с 484 млрд м³ до 510,6 млрд м³. Основной прирост приходится на население и коммунально-бытовой сектор.

Таблица 5. Прогноз внутреннего потребления природного газа в России по сегментам до 2030 г. в низком сценарии, млрд м³

Источники: Минэнерго РФ, «Газпром», расчеты авторов

	Факт	Низкий сценарий			Низкий сценарий + энергоэффективность		
	2022	2025	2030	2030/ 2022	2025	2030	2030/ 2022
Добыча газа	673,8	632	658,7	-2 %	624,7	645	-4 %
Экспорт	170,6	146,1	156,1	-8 %	146,1	156,1	-8 %
Импорт	8	8	8	0 %	8	8	0 %
Внутреннее потребление	484	493,9	510,6	6 %	486,6	496,9	3 %
Энергетика	159,7	159,7	159,7	0 %	158,8	157,2	-2 %
Население и комбыт	92	98,7	110	20 %	94,8	105,5	15 %
Реальный сектор	179,1	181,8	186,4	4 %	179,6	180,5	1 %
Прочие	53,2	53,7	54,5	2 %	53,4	53,7	1 %

Высокий сценарий предполагает максимальное увеличение экспорта и благоприятные условия. Но даже в этом варианте объемы экспорта газа из России к 2030 г. останутся на уровнях 2022 г.

Учет энергоэффективности способствует еще меньшему росту потребления природного газа. Общий прирост на периоде 2022–2030 гг. составляет всего 3 %, а совокупное потребление в 2030 г. – 496,9 млрд м³. Энергоэффективность затрагивает все сегменты потребления. Таким образом, потребление энергетикой, реальным сектором и прочими сегментами стагнирует, а потребление населением и коммунально-бытовым сектором растет на 15 % или 13,5 млрд м³. Такой сценарий возможен при особых условиях – слабом развитии российской экономики и высоких ценах на энергоресурсы, которые будут стимулировать развитие энергоэффективности.

По результатам представленных сценариев экспорт природного газа из России либо упадет с 170,6 млрд м³ в 2022 г. до 156,1 млрд м³ в 2030 г., либо незначительно вырастет до 178,1 млрд м³. Таким образом, диапазон изменения экспорта в существующих условиях не очень большой.

Большие возможности развития добычи природного газа и газовой отрасли сосредоточены на внутреннем рынке. В зависимости от разных сценариев внутреннее потребление может вырасти с 484 млрд м³ в 2022 г. до 497–582 млрд м³ в 2030 г.

В итоге добыча природного газа в России может как сократиться с 674 млрд м³ в 2022 г. до 645 млрд м³ в 2030 г. в низком сценарии, где медленный экономический рост и наибольшее сокращение экспорта, так и вырасти до 752 млрд м³ в высоком сценарии.

Существующие проекты на Дальнем Востоке и их логика

В таблице 6 представлены существующие нефтегазовые проекты на востоке России. Одним из таких является проект «Сахалин-2» стабильно осуществляющий добычу нефти и газа и поставки на экспорт сжиженного природного газа с завода фактической мощностью 11,5 млн т. В 2022 г. из проекта вышел лицензиар технологии сжижения компания Shell, а проект «Сахалин-2» перешел со сценария «Максимальные отборы» к «Рациональной разработке» в стратегии своего развития.

Кроме проекта «Сахалин-2», на острове Сахалин функционируют нефтедобывающий проект «Сахалин-1» и газодобывающий проект «Сахалин-3», месторождения которого служат ресурсной базой для газопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток». В рамках проекта предусмотрена подводная добыча природного газа на Киринском и Южно-Киринском месторождениях, оборудование для разработки которых производится западными компаниями и теперь находится под санкциями. Это создает риски начала и выхода добычи на Южно-Киринском месторождении на плановые объемы порядка 20 млрд м³ в год, что может создать проблемы для экспортных поставок в Китай по Дальневосточному маршруту ввиду недостаточности ресурсной базы. Напомним, что в январе 2023 г. было подписано межправительственное соглашение о поставках 10 млрд м³ газа из России в КНР по дальневосточному маршруту (по газопроводу «Сахалин – Хабаровск – Владивосток») со выходом с российской стороны в районе города Дальнереченск[2].

Следующим существующим проектом является экспортный газопровод «Сила Сибири», ресурсной базой для которого являются Чаяндинское и Ковыктинское месторождения. Добытый на месторождениях «жирный» (содержащий ценные для нефте- и газохимии компоненты) природный газ поставляется на Амурский газоперерабатывающий завод (ГПЗ), где разделяется на компоненты.

Полученный после переработки на Амурском ГПЗ, метан экспортируется в Китай, а этан и другие компоненты будут отправляться на Амурский газохимический комплекс (ГХК). Часть запланированных поставок западного оборудования для проекта попало под санкции. Поэтому есть риски того, что ГХК выйдет на полную мощность с опозданием. Это может привести к тому, что сроки выхода поставок природного газа по «Силе Сибири» в Китай на полную мощность будут сдвинуты.

Еще одним не реализованным, но широко обсуждаемым проектом является газопровод «Сила Сибири-2» мощностью 50 млрд м³. На наш взгляд главным риском проекта является лоббистская мощь единственного покупателя – Китая, что создает потенциал для получения им минимальной цены.

Одним из направлений наращивания потребления на внутреннем рынке является газификация. Без учета энергоэффективности максимальные объемы прироста к 2030 г. оцениваются в 25 млрд м³

Таблица 6. Существующие нефтегазовые проекты на Востоке

Проект	Мощность/производство
«Сахалин-2»	11,5 млн т СПГ, 3,7 млн т нефти (2022 г.)
«Сахалин-1»	4,2 млн т нефти (2022 г.)
«Сахалин-3»	1,2 млрд м³ газа (2021 г., Киринское месторождение), план – 26,5 млрд м³ в 2025 г. (Киринское и Южно-Киринское месторождения)*
«Сила Сибири»	38 млрд м³ в 2025 г., 15 млрд м³ (2022 г.)
«Сила Сибири-2»	План – 50 млрд м³ в 2030 г. Идет проектирование газопровода, договора с Китаем нет
«Сахалин – Хабаровск – Владивосток»	9,9 млрд м³, действующий газопровод, поставки для энергетики
Амурский ГПЗ	До 42 млрд м³ первичной переработки («жирного» восточносибирского) природного газа в 2025 г.
Амурский ГХК	2,7 млн т полиэтилена и полипропилена, сырье этан и СУГ с Амурского ГПЗ. По планам запуск с 2024 г. Возможны сдвижки по времени

** – На наш взгляд в период до 2030 г. добыча на этих месторождениях не вырастет*

Чаяндинское месторождение

Источник: «Газпром»

[2] URL: https://www.vedomosti.ru/politics/news/2023/05/12/974843-pravitelstvo-odobrilo-soglashenie

Таким образом, существующие газовые проекты на востоке России в основном направлены на экспорт. Однако в новых санкционных условиях существуют риски дальнейшей реализации рассматриваемых проектов, в основном связанные с технологической зависимостью от западных стран и компаний, которые необходимо минимизировать.

Предлагаемые газовые проекты

На наш взгляд реализация новых проектов в восточной части страны может быть одним из направлений развития газовой отрасли, в том числе обеспечения спроса на имеющиеся добывающие мощности, развития внутреннего рынка и увеличения экспорта.

Для реализации потенциала развития внутреннего рынка предлагаются следующие проекты, которые в основном расположены в восточной части страны, на территории которой газовая инфраструктура наименее развита (рис. 3, таблица 7).

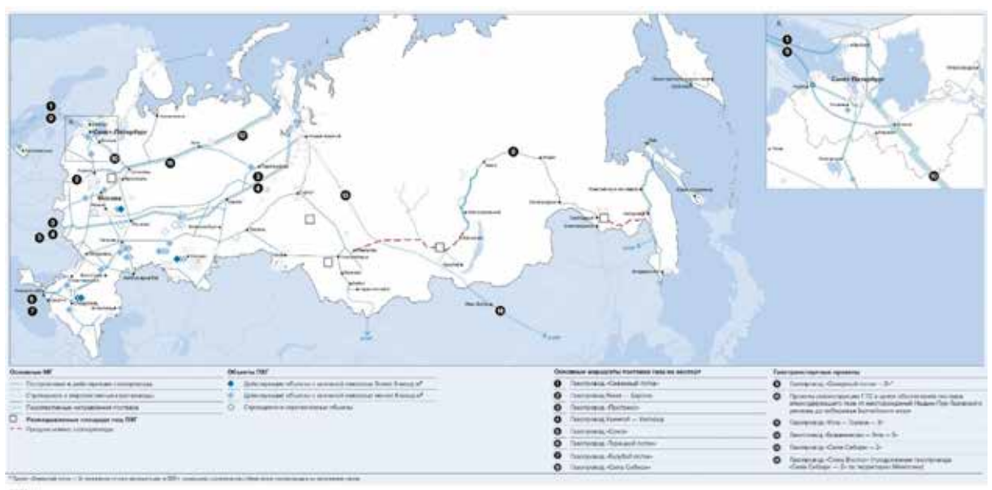
Для развития газификации могут рассматриваться проекты строительства газопроводов, которые соединят Единую систему газоснабжения (ЕСГ) на всей территории России и позволят перенаправить природный газ Западной Сибири в восточную часть страны. Газопровод, соединяющий «Силу Сибири» и «Сахалин – Хабаровск – Владивосток», протяженностью 600–700 км обойдется примерно в 150–200 млрд руб. Необходимая мощность газопровода составит 10–15 млрд м^3, а диаметр трубопровода – 700 мм.

Большие возможности развития газовой отрасли сосредоточены на внутреннем рынке. В зависимости от сценариев внутреннее потребление может вырасти до 497–582 млрд м^3 к 2030 г.

Еще один газопровод с примерно такими же техническими характеристиками может быть построен для соединения существующей системы ЕСГ с Ковыктинским месторождением, являющимся ресурсной базой для «Силы Сибири». Этот газопровод протяженностью порядка 1600 км и стоимостью 400–450 млрд руб. По нашим расчетам окупаемость предлагаемых газопроводов составит 12–14 и порядка 20 лет соответственно при цене природного газа 6–7,5 руб./м^3 и 7,7–8,5 руб./м^3. Необходимая для окупаемости первого газопровода цена на газ сопоставима со среднероссийскими тарифами, а необходимая для окупаемости второго газопровода цена на газ немного выше.

Рис. 3. Предлагаемые проекты по развитию газовой инфраструктуры на востоке России

Источники: «Газпром», доработки авторов



Проект	Мощность	Инвестиции, трлн руб.	Окупаемость, лет	Себестоимость газа на входе в проект, руб./ м^3	Отпускная цена на газ, руб./ м^3	Примечание
Соединение ГТС с Ковыктинским месторождением и далее с «Силой Сибири» (~1600 км)	15–20 млрд м^3	0,4–0,45	18,5–20,8	4	7,7–8,5	Направление газа западной ресурсной базы на восток
Соединение «Силы Сибири» и газопровода «Сахалин – Хабаровск – Владивосток» (600–700 км)	10–15 млрд м^3	0,15–0,2	12,4–14,4	4	6–7,5	Расширение возможностей использования западной и восточной ресурсных баз
Перевод на газ ТЭЦ и котельных в ДВФО	2,5–3 тыс. МВт, 4–5 тыс. Гкал/ч, 5–10 млрд м^3	0,1–0,2	12,3–13,8	4	6–6,5	Замещение угля, очищение воздуха, может быть профинансировано за счет компании «РусГидро»
Мало- и среднетоннажные экспортные СПГ заводы на Дальнем Востоке или 1 крупнотоннажный завод СПГ	3–5 млн т или 5–7 млрд м^3	0,2–0,35	20	4	10 и более	Для окупаемости необходимы поставки на экспорт по экспортным ценам
Итого	Прирост потребления 15–20 млрд м^3*	1–1,1				

** – Без учета заполнения дальневосточного маршрута экспорта в Китай*

Примечание: расчеты окупаемости являются демонстрационными, верхнего уровня. Они производились с учетом инфляции 3 % в год, ставки дисконтирования 12 % и амортизации 20 лет. В таблице 7 приводятся показатели себестоимости газа на входе, включающей добычу, транспортировку, НДПИ и сжижение, необходимые для окупаемости отпускные цены на природный газ, сроки окупаемости, инвестиции, а также внутренняя норма доходности. Приняты следующие оценки себестоимости: средняя себестоимость добычи – 1 руб./м^3, НДПИ – 1 руб./м^3, средний транспорт по РФ – 2 руб./м^3, сжижение – 1,5–2 руб./м^3

Таблица 7. Характеристика предлагаемых проектов в газовой отрасли и предварительная оценка экономики этих проектов

Источник: расчеты авторов

В обычных условиях эти проекты не были бы приоритетными и расстояние поставки превышает конкурентоспособность трубопроводного газа[3]. Однако из-за выпадения европейских поставок в настоящее время в России есть профицит производственных мощностей, а загрузка ГТС снижена. Это формирует дополнительные затраты на поддержание мощностей и рост транспортных тарифов на газ для всей экономики. В такой ситуации эти проекты уже могут рассматриваться как реализуемые. То есть окупаемость этих проектов окажется выше приведенных ранее сроков.

Вторая группа аргументов развития этих газопроводов – это увеличение гибкости работы газовой отрасли на востоке страны. Можно меньшими темпами разбуривать Ковыктинское и Чаяндинское месторождения, увеличить поставки газа для российских потребителей в восточных регионах, иметь запасной объем ресурсов для поставок по дальневосточному направлению (в случае если не удастся нарастить поставки с сахалинских проектов) или малых и среднетоннажных заводов СПГ на восточном побережье. В таком случае эти соединительные газопроводы можно наращивать по мере появления спроса и новых промышленных потребителей газа. В таблице 7 приведены оценки этих объемов.

Следующим предлагаемым проектом для развития газовой отрасли может быть

[3] Считается, что объемы в 15–20 млрд м^3 конкурентоспособны при поставках не более 2–3 тыс. км.

«Сила Сибири», Ковыктинское месторождение

Источник: «Газпром»

перевод ТЭЦ в восточной части России с угля на газ. Такие проекты могут быть рассмотрены на Дальнем Востоке. Могут быть переведены порядка 2,5–3 тыс. МВт электрической и 4–5 тыс. Гкал/ч тепловой мощности. На это потребуется порядка 100–200 млрд руб.

Отметим, что перевод дальневосточной энергетики на газ будет выгоден компании «РусГидро», которая управляет холдингом РАО «Энергетические системы Востока», и готова инвестировать в перевооружение своих ТЭЦ и котельных. Ее выгода в том, что цены на газ регулируются, а в условиях госрегулирования тарифов на электроэнергию и тепло затраты могут быть легко спрогнозированы в отличие от затрат на уголь, цены на который зависят от мировых по принципу нетбэка. Так, в 2022 г. сообщалось о значительных дополнительных затратах и убытках дальневосточных энергетиков из-за высоких цен на уголь[4].

Газопровод, соединяющий «Силу Сибири» и «Сахалин – Хабаровск – Владивосток», протяженностью 600–700 км обойдется в 150–200 млрд руб. Необходимая мощность газопровода составит 10–15 млрд м³

Для развития экспорта с восточного побережья могут быть рассмотрены проекты строительства СПГ-заводов вблизи дальневосточных портов. Кроме того, это поможет усилить переговорную позицию с Китаем в рамках обсуждения «Силы Сибири-2». Однако здесь остается проблема ресурсной базы и расширения существующей инфраструктуры. Для строительства заводов мощностью 5–7 млрд м³ потребуется порядка 200–350 млрд руб в зависимости от конфигурации проектов [9].

С развитием газовой инфраструктуры на востоке страны также необходимо строительство подземных газовых хранилищ (ПХГ). Стоимость строительства ПХГ мощностью 5 млрд м³ оценивается в 100 млрд руб.

Выводы

Новые санкционные условия 2022 г. требуют изменения российского газового баланса и пересмотра стратегий развития российских газовых компаний. Рассмотренные сценарии показывают, что экспорт природного газа из России составит 156,1–178,1 млрд м³ в 2030 г., что слабо отличается от объемов 2022 г. (от -8 % до +4 %), и на 30–40 % ниже пиковых значений 2019 г. Это означает сокращение выручки газовых компаний. Если в ближайшие 3–4 года, когда цены на газ на мировом рынке ожидаются высокими, это не так сильно ударит по финансам отрасли, то в более дальней перспективе по мере возвращение цен к докризисным уровням вызов может быть значимым. Возможности роста российского газового экспорта сосредоточены в основном в строительстве новых заводов СПГ и новых газопроводов в Китай, что требует значительных инвестиций и несет за собой дополнительные риски.

В новых условиях более привлекательным, чем в предыдущие годы, становится внутренний рынок, размер которого может вырасти до 497–582 млрд м³ в 2030 г., что на 3–20 % больше объемов 2022 г. Основными факторами, которые влияют на вариативность прогноза, являются динамика развития экономики и нефтегазохимии, газификация, реализация потенциала энергоэффективности. Вероятность реализации газификации является достаточно высокой, поскольку будут решаться экологические проблемы городов, экономические проблемы энергоснабжения, а также будут загружаться освободившиеся добычные мощности. Вероятность реализации потенциала энергоэффективности является достаточно низкой, учитывая текущее состояние и темпы проведения мероприятий по энергоэффективности в России. Развитие проектов нефтегазохимии зависит как от развития и конъюнктуры мировых энергорынков, так и от решения технологических проблем.

Вариативность развития внутреннего рынка газа достаточно высокая. Добыча природного газа может как вырасти до 752 млрд м³ в 2030 г., так и упасть до 645 млрд м³ или уровня 2014–2016 гг.

Вертикальный газопровод в сельской местности
Источник: flyural66 / depositphotos.com

[4] URL: https://in-power.ru/news/ugol/47674-vnutrennii-rost-cen-na-ugol-vedet-k-ubytkam-generiruyuschih-kompanii-na-dalnem-vostoke.html

Использованные источники

1. *Распределенная энергетика в России потенциал развития. Режим доступа: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf (дата обращения: 15.05.2022).*
2. *Семикашев В. В., Терентьева А. С. Альтернативная котельная – новый инвестиционный механизм развития централизованного теплоснабжения в России // Проблемы прогнозирования. 2022. № 2(191). С. 105–118. DOI: 10.47711/0868-6351-191-105-118.*
3. *Башмаков И. А. Российский ресурс энергоэффективности: масштабы, затраты и выгоды // Вопросы экономики. 2009. №2. С. 71–89. https://doi.org/10.32609/0042-8736-2009-2-71-89.*
4. *Ивантер А. Арктический фронт «НоваТЭКа»: стужа в помощь // Эксперт. 2023. №4.*
5. *Ли Вэй, Ван Ли, Ду Янь, Чжан Диннань. Тенденции развития технологий сжижения природного газа на примере заводов СПГ в Китае // Газовая промышленность. 2019. №3. С. 58–64.*
6. *Семикашев В. В., Гайворонская М. С. Анализ текущего состояния и перспективы газификации России на период до 2030 г. // Проблемы прогнозирования. 2022. № 1(190). С. 91–100. DOI: 10.47711/0868-6351-190-91-100.*
7. *Перечень поручений по реализации послания Президента Федеральному собранию. Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/65524 (дата обращения: 20.04.2022).*
8. *Широв А. А. Развитие российской экономики в среднесрочной перспективе: риски и возможности // Проблемы прогнозирования. 2023. № 2 (197). С. 6–17. DOI: 10.47711/0868-6351-197-6-17.*
9. *Среднетоннажный СПГ в России: между небом и землей / Под ред. А. Климентьева, Т. Митровой, А. Собко. Режим доступа: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_RU_MediumDutyLNG_01122018.pdf (дата обращения: 15.05.2023).*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №9(188) / 2023

УДК 620.9 DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_40 EDN: LRKPFK

Развитие нефтегазохимии в России: новые вызовы, новые тренды

Development of the petrochemical industry in Russia: new challenges, new trends

Валерий КРЮКОВ
Директор Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, академик РАН, д. э. н.
E-mail: valkryukov@mail.ru

Владимир ШМАТ
Ведущий научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, к. э. н.
E-mail: petroleum-zugzwang@yandex.ru

Valery KRYKOV
Director of the Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the RAS, Academician of the RAS, Dr. of econ.
E-mail: valkryukov@mail.ru

Vladimir SHMAT
Leading Researcher, Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the RAS, Cand. of econ.
E-mail: petroleum-zugzwang@yandex.ru

«Танеко» *Источник: nipiteng.ru*

Аннотация. Анализируются новые вызовы, с которыми сталкивается в своем развитии отечественная нефтегазохимическая промышленность. Вызовы связаны прежде всего с беспрецедентными антироссийскими экономическими санкциями; а помимо этого – с реализацией так называемой «зеленой повестки» в экономике. Соответственно, разрастается вектор целей дальнейшего развития нефтегазохимии, что резко повышает требования к государственному регулированию. Усиливается роль планирования и координации, которые наряду со стимулирующими мерами, должны составить целостную непротиворечивую конструкцию институтов развития отрасли.
Ключевые слова: нефтегазохимия, санкции, «зеленая повестка», технологическое развитие, экономическая эффективность, государственное регулирование, планирование, координация, стимулирование.

Abstract. The new challenges that the domestic petrochemical industry faces in its development are analyzed. The challenges are primarily related to the unprecedented anti-Russian economic sanctions; and besides this, with the implementation of the so-called «green agenda» in the economy. Accordingly, the vector of goals for the further development of petrochemicals is growing, which dramatically increases the requirements for state regulation. The role of planning and coordination is growing, which, along with incentive measures, should form an integral, consistent structure of industry development institutions.
Keywords: petrochemicals, sanctions, «green agenda», technological development, economic efficiency, state regulation, planning, coordination, stimulation.

> **Нефтегазохимия, предъявляющая спрос на сложные технологии, вносила и вносит весомый вклад в научно-технологическое развитие экономики**

Развитие нефтегазохимии в России – нацеленность на повышение эффективности экономики

Развитие химической и нефтегазохимической промышленности в разных странах мира имеет свои особенности, идет своим путем. Так, в «старых» промышленно развитых странах нефтегазохимия зародилась и органично развивалась в структуре национальных экономик под влиянием научно-технического прогресса, появления и нарастания спроса на разнообразные химикаты и полимерные продукты, а современные тенденции развития связаны прежде всего с наукоемкими сегментами отрасли. «Новые» промышленные страны (преимущественно в АТР) ускоренно развивают нефтегазохимическую промышленность в качестве одной из важнейших экспортных отраслей, опираясь при этом в основном на импортируемое сырье и энергию. Среди такого рода стран особняком – по целому ряду характеристик – стоит Китай. Для ведущих нефтегазодобывающих стран с преимущественно ресурсной экономикой, являющихся крупными экспортерами нефти и газа, нефтегазохимия стала едва ли не главным инструментом «монетизации» ресурсов углеводородного сырья и экономической диверсификации, которая имеет целью ослабление зависимости от освоения сырьевых ресурсов.

Положение России выглядит довольно специфичным, и ему трудно дать однозначную оценку. В развитии отечественной нефтегазохимической промышленности

Россия основательно вовлечена в мировую торговлю химикатами, но главные экспортные товары (минеральные удобрения) относятся к числу наименее ценных по стоимости химических продуктов

в той или иной степени присутствуют черты всех названных выше «кейсов», что обусловлено разнообразием целей и условий развития, их трансформации во времени. Так, у России есть серьезные традиции в развитии нефтегазохимии, включая и собственно сферу производства и создание научно-технологического базиса отрасли. Достаточно вспомнить, что наша страна является одним из мировых пионеров в создании и промышленном внедрении технологий получения синтетических каучуков – одного из важнейших классов полимерной продукции. К этому следует добавить и успешный исторический опыт в проведении крупномасштабных программ химизации народного хозяйства (например, как это происходило в 1950–1960-е гг.). В этом отношении у России есть немало общего с промышленно развитыми странами. Но будучи одним из крупнейших в мире производителей и экспортеров углеводородного сырья, наша страна по целям и задачам развития нефтегазохимии близка к другим странам-экспортерам нефти. Россия основательно вовлечена в мировую торговлю химикатами, но главные экспортные товары (минеральные удобрения) относятся к числу наименее ценных по стоимости химических продуктов, а в импорте преобладает сложная продукция (включая продукцию «тонкой» химии, фармацевтику и т. п.).

Важно при этом отметить, что развитие нефтегазохимии в нашей стране традиционно рассматривается через призму повышения эффективности экономики. Рост народнохозяйственной эффективности – это главная, фундаментальная цель развития нефтегазохимии – так было в прошлом, так есть сейчас, так, вероятнее всего, будет и в дальнейшем.

Ключевые аспекты повышения эффективности экономики

Достижение указанной цели имеет множество аспектов, выявляющихся в реальной действительности, либо, по крайней мере, потенциально возможных.

1. Прежде всего отметим совершенствование, рационализацию структуры потребления материалов (конструкционных и др.) в народном хозяйстве. Применение полимерных материалов (заменителей и новых) с улучшенными свойствами способствует сокращению объемов потребления материалов и уменьшению денежных затрат на материалы, их стоимости, что является одним из важных слагаемых повышения эффективности всей экономики.

2. Диверсификация экономики и преодоление ресурсно-сырьевого уклона в ее развитии. Ослабление зависимости от экспорта сырьевых товаров (сырой нефти и природного газа), который связан со значительными финансовыми рисками из-за высокой волатильности мирового рынка.

3. С предыдущим аспектом сочетается прямая «монетизация» ресурсов сырья. На макроуровне значимым является замещение в структуре экспорта сырьевых товаров переработанными, в цене которых содержится более высокая добавленная стоимость. На уровне отдельных производителей и регионов значимы дополнительные доходы при поставках товаров на внутренний рынок.

Первая технологическая линия Амурского ГПЗ
Источник: «Газпром»

«Танеко»
Источник: tatarstan.ru

4. Создание новых нефтегазохимических производств и предприятий способствует рационализации пространственной структуры экономики, сглаживанию территориальных диспропорций, ослаблению межрегиональной дифференциации в социально-экономическом развитии. Исторический опыт показывает, что во многих случаях реализация крупных инвестиционных проектов по глубокой переработке углеводородов способствовала формированию и развитию новых промышленных центров (с акцентом на обрабатывающий сектор), ускорению экономического роста регионов (особенно на востоке страны – Ангарск, Кузбасс, Томск, Тобольск, Ачинск, Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре и др.).

5. Нефтегазохимия, предъявляющая спрос на сложные технологии, вносила и вносит весомый вклад в научно-технологическое развитие экономики; поддерживает инновационные процессы и создает предпосылки для их ускорения. Будучи одной из наиболее наукоемких и технологически сложных отраслей промышленности, нефтегазохимия предъявляет повышенный спрос на научно-конструкторские разработки и оборудование – тем самым содействует развитию отраслей (видов деятельности), поставляющих соответствующие товары и услуги. Причем влияние отрасли распространяется на всю цепочку создания и внедрения инноваций, начиная от научной идеи и заканчивая стадией промышленного тиражирования. И хотя в последние несколько десятилетий был сделан крен в сторону импорта технологий и оборудования для глубокой переработки углеводородов, тем не менее стимулирующую роль нефтегазохимии в национальном технологическом развитии нельзя отрицать.

Отмеченные выше аспекты повышения эффективности национальной экономики, связанные с развитием нефтегазохимии, сохраняют свою актуальность и в наши дни.

Применение прогрессивных материалов как важнейший фактор эффективности экономики

Как на самый очевидный и традиционно наиболее значимый кейс можно указать на замену металлов (равно как и древесины, сельскохозяйственного и других видов сырья) пластмассами, вопрос о целесообразности которой подымался в отечественной научно-технической литературе еще в начале 1960-х гг. (см. например [21]). В последней же версии «Комплексной программы научно-технического прогресса СССР» (1991–2010 гг.) замещение металлов рассматривалось в качестве одного из приоритетных направлений использования пластмасс, что обосновывалось значительным перерасходом черных металлов в СССР по сравнению с США (на 9–13 млн т) из-за несовершенства структуры конструкционных материалов. Планировалось, что доля пластмасс, направляемых на цели замещения, с учетом прямой и косвенной замены должна повыситься с 10–35 %

В 2021 г. общий объем производства пластмасс в первичных формах составил немногим более 11 млн т, из которых 5,7 млн т (или 51 %) приходится на полиолефины – полиэтилен и полипропилен

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №9(188) / 2023

в 1985 г. до 25–50 % в 2010 г. Намечалось значительное наращивание объемов выпуска пластмасс и новейших материалов на базе полимеров «при обеспечении радикального изменения структуры их выпуска, расширения ассортимента и повышения качества, а также рационализация потребления». Указывалось, что цели по реализации и расширению возможностей замещения металла пластмассами могут быть достигнуты при производстве 13–16 млн т в 2000 г., и 22–25 млн т в 2010 г., предполагающем «высокий уровень мобилизации экономических ресурсов и преодоление за данный отрезок времени технического отставания химического машиностроения в стране» [11].

К сожалению, заложенные в программе НТП 1991–2010 гг. показатели по производству пластмасс не достигнуты даже к настоящему времени. Так, в 2021 г. общий объем производства пластмасс в первичных формах составил немногим более 11 млн т, из которых 5,7 млн т (или 51 %) приходится на полиолефины – полиэтилен и полипропилен, – а выпуск, к примеру, полиакрилатов и полиамидов в сумме составил всего 298 тыс. т (или 2,7 % от общего выпуска пластмасс). Иными словами, в структуре производства синтетических смол и пластмасс львиная доля (порядка 70 %) приходится на самые массовые и самые дешевые виды продукции – полиолефины, карбамидные и фенольные смолы [9].

Если же рассматривать ситуацию в российской нефтегазохимической отрасли в целом, то можно увидеть, что заметный сдвиг в показателях объемов производства в постсоветский период наблюдается только в отношении полиолефинов – рост к 2021 г. в 6,6 раза по сравнению с 1990 г. (что повлекло за собой и статистически наблюдаемый рост производства пластмасс в целом). При этом показатели выпуска синтетических каучуков и в особенности химических волокон так и не достигли отметки, зафиксированной в 1990 г. (рис. 1).

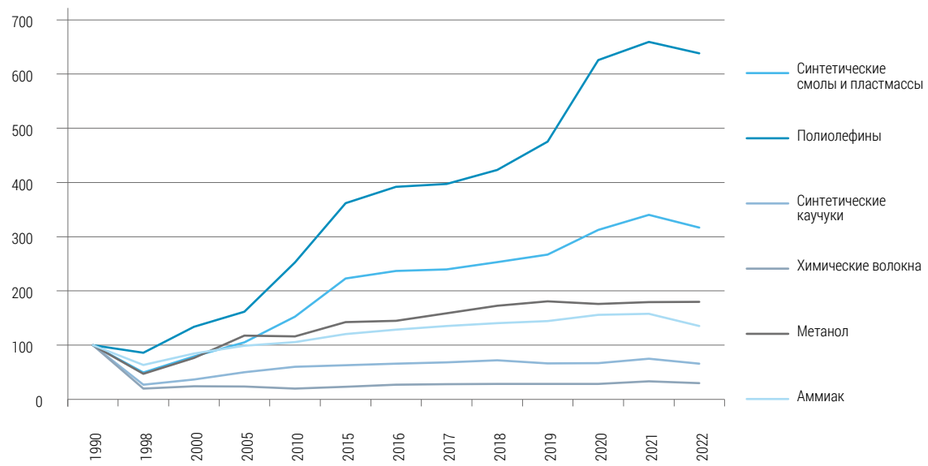


Рис. 1. Динамика объемов производства основных видов нефтегазохимической продукции в России, в % к 1990 г. (1990 г. = 100)

Источник: [9]

Сейчас можно говорить о благоприятной в целом ситуации на внутреннем рынке крупнотоннажных полимеризационных пластмасс, но достигается это во многом благодаря сравнительно низкому спросу. Важно отметить, что Россия значительно и с незавидным постоянством отстает от ведущих экономик мира не только по показателям производства, но и по уровню потребления полимерной продукции. Об этой проблеме говорилось еще полвека назад, актуальна она и сегодня, несмотря на то что разрыв постепенно сокращается. Тем не менее, по современным оценкам, уровень душевого потребления пластмасс в России, достигший примерно 60 кг на человека в год, в 2–3 раза ниже, чем в США, странах Западной Европы и Японии. Даже Китай с его 1,4-миллиардным населением имеет показатели душевого потребления пластмасс более высокие, чем Россия [1]. Мы акцентируем внимание на вопросе использования полимерной продукции в народном хозяйстве имея в виду его исключительную значимость для снижения материалоемкости экономики и – в итоге – повышения ее эффективности.

Производство метанола М-450 «Щекиноазот»

Источник: n-azot.ru

При общем профиците наблюдаются различные диспропорции по отдельным продуктовым группам. Прежде всего отметим, что на фоне значительного нетто-экспорта полимеров в первичных формах доля импорта в потреблении изделий из пластмасс достигает 20 % [4]. Так, в 2021 г. в Россию было ввезено почти 1,5 млн т полимерных изделий (труб, листов, пленок, шлангов, фитингов, бытовых товаров и проч. и проч.) стоимостью около 6 млрд долл., что немногим меньше всего отечественного экспорта пластмассовой продукции (код «ТН ВЭД 39 – Пластмассы и изделия из них»), составившего – 6,2 млрд долл. [22]. Поставки велись в том числе из без малого полусотни недружественных стран, включая Германию, США, Нидерланды, Бельгию и др., на долю которых приходилось 36,5 % [2]. Вследствие введенных санкций и торговых ограничений, а также из-за ухода с российского рынка ряда иностранных компаний в 2022 г. импорт пластмассовых изделий сократился в полтора раза – до 950 тыс. т, – но продолжает занимать значительную долю внутреннего рынка [10].

При значительном избытке (по сравнению с внутренним спросом) производства крупнотоннажных пластмасс, а также метанола, аммиака и азотных удобрений традиционно непростое положение складывается на рынке сложных, средне- и малотоннажных продуктов, что приводит к высокой степени импортозависимости. Так, во внешней торговле основными нефтегазохимическими товарами по группам с кодами ТН ВЭД 29, 39 и 40 (т. е. без учета аммиака и азотных удобрений) в 2020 г. имело место общее отрицательное сальдо экспорта/импорта минус 8,3 млрд долл. При этом по крупнотоннажным полимерным материалам (пластмассам и каучукам) и продуктам органической химии чистый

[1] В оценках объемов потребления пластмасс обычно имеются в виду термопласты (полиэтилен, полипропилен, полистирол и другие аналогичные полимеры). При этом значения оценок из различных источников [*** 27; *** 34; *** 16; *** 36] несколько разнятся, но сохраняется общая тенденция, показывающая отставание России по потреблению пластмасс.

[2] Запрет импорта полимеров и изделий из России в ЕС оценили в 58 млрд рублей // RCC. Новости и обзоры нефтегазохимической отрасли. 10.10.2022. – URL: http://rcc.ru/article/zapret-importa-polimerov-i-izdeliy-iz-rossii-v-es-ocenili-v-58-mlrd-rubley-92679?ysclid=lg27o6eyfw360874284 (дата обращения 04.04.2023).

Сейчас можно говорить о благоприятной в целом ситуации на внутреннем рынке крупнотоннажных полимеризационных пластмасс, но достигается это во многом благодаря сравнительно низкому спросу

экспорт составил 2,4 млрд долл. (почти 6 млн т по массе), по средне- и малотоннажной продукции и изделиям из полимеров, наоборот, чистый импорт достигал, соответственно, 4,8 и 5,9 млрд долл., или 0,9 и 1,0 млн т по массе (таблица 1).

В 2021 г. отмеченные выше диспропорции во внешней торговле сохранились. Так, общее отрицательное сальдо торговли пластмассами и изделиями увеличилось на 15 %, достигнув «минус» 4,3 млрд долл. Чистый экспорт наиболее массовых продуктов – полиэтилена и полипропилена в первичных формах – в стоимостном выражении вырос почти в 3 раза (до без малого 1 млрд долл.), но при этом нетто-импорт изделий из пластмасс увеличился еще на 16 %. Отрицательное сальдо внешней торговли химическими волокнами увеличилось на 32 % (с 476 до 627 млн долл.) [6; 22].

Как полагают эксперты и аналитики отрасли, развитие в России средне- и малотоннажной химии, а также производств по переработке полимеров сдерживается рядом факторов, в числе которых: технологическое отставание, зависимость от импорта компонент, сложная логистика, ограниченность финансовых ресурсов, низкая эффективность новых проектов, узость внутреннего рынка, недостаточность мер государственной поддержки [15; 19; 18]. Особо отметим фактор узости внутреннего рынка. Слишком малый спрос приводит к тому, что продукты среднетоннажной по мировым меркам химии в России становятся малотоннажными – востребованные объемы их производства могут измеряться не десятками тысяч тонн, а тоннами или даже десятками – сотнями килограммов [18]. Как результат наблюдается своего рода «анти-эффект» масштаба, снижается экономическая эффективность соответствующих инвестиционных проектов, что всерьез затрудняет их реализацию.

Таблица 1. Экспорт, импорт и сальдо внешней торговли основными нефтегазохимическими продуктами в 2020 г.

Источник: STATIMEX. Статистика внешней торговли России. – URL: https://statimex.ru (дата обращения 13.04.2023)

	Экспорт		Импорт		Сальдо торговли	
	Стоимость, млн долл.	Масса, тыс. т	Стоимость, млн долл.	Масса, тыс. т	Стоимость, млн долл.	Масса, тыс. т
Крупнотоннажные пластмассы и смолы	1 849	2 173	1 551	1 239	298	934
Средне- и малотоннажные пластмассы и смолы	393	405	1 833	1 068	-1 440	-663
Изделия из пластмасс	1 474	695	5 581	1 431	-4 107	-736
Крупнотоннажные продукты органической химии	1 327	4 374	277	244	1 049	4 130
Средне- и малотоннажные продукты органической химии	1 143	1 242	4 292	1 338	-3 149	-97
Крупнотоннажные каучуки и латексы	1 260	978	158	86	1 102	893
Средне- и малотоннажные каучуки и латексы	22	18	273	160	-251	-141
Шинная продукция	1 100	352	1 630	460	-530	-108
Прочие изделия из резины	229	52	1 537	209	-1 307	-157
Итого по выделенным группам товаров	8 797	10 290	17 133	6 235	-8 336	4 055
– крупнотоннажные продукты	4 436	7 525	1 987	1 568	2 449	5 957
– средне- и малотоннажные продукты	1 558	1 665	6 398	2 566	-4 841	-901
– изделия из пластмасс и резины	2 804	1 099	8 748	2 100	-5 944	-1 001

Впрочем, из-за несовпадения марочной структуры производства и потребления Россия импортирует даже крупнотоннажные базовые полимеры, по которым рынок в целом является профицитным. К числу проблемных сегментов относятся, к примеру, рынки линейного полиэтилена, эмульсионного поливинилхлорида и АБС-пластиков, где доля импортируемой продукции приближается к 70 %. На рынке сохраняется дефицит отдельных марок полиэтилена и сополимеров пропилена, компенсируемый также за счет импорта [16].

В целом в развитии нефтегазохимической промышленности сегодня вырисовывается довольно пестрая «картина», в которой причудливым образом сочетаются достижения и провалы. Есть проблемы, которые успешно решаются, а есть такие – застарелые, – которые с трудом поддаются решению и тормозят прогресс отрасли. К известным проблемам добавляются новые угрозы и риски, но при этом открываются и новые возможности.

Новые вызовы, требующие достойного ответа

Еще совсем недавно при характеристике состояния и тенденций развития нефтегазохимической промышленности в России чаще всего говорилось об определенных проблемах, связанных с технологическим отставанием отрасли, с дефицитом ряда видов продукции при общей узости внутреннего рынка, с ограниченностью инвестиционных ресурсов. Сейчас появились новые вызовы, на которые надо искать адекватные ответы. В условиях санкционного давления действие сложившихся ранее сдерживающих факторов с очевидностью усиливается: появляются ограничения в доступности сырья и компонентов для производства многих видов продукции; из-за ухода с российского рынка зарубежных производителей обостряется дефицит; усложняется международная логистика и ухудшаются возможности доступа на экспортные рынки сбыта; происходит разрыв технологических связей с мировыми лидерами химической отрасли [3].

В своей совокупности они приводят к рестрикциям в торговле, которые могут причинить серьезный ущерб российской экономике. Так, по оценкам исследователей ВШЭ, из-за ограничений, связанных только с производством пластиков, может быть потеряно до 14 % ВВП (18–18,4 трлн руб.). Но это при условии «полного отсутствия усилий, направленных на импортозамещение производства пластиков и изделий из них» или «в случае провала оных». Вместе с тем авторы указывают, что «у российского производства пластиков есть существенный потенциал для развития, компании реализуют инициативы, направленные на адаптацию к санкционным условиям» [3].

Но, пожалуй, главной особенностью развития в условиях санкционного давления стало то, что нефтегазохимия оказалась как никогда тесно вовлеченной в процессы решения проблем, возникших в традиционно «локомотивных» отраслях российской экономики. Ограничения на экспорт продукции ТЭК в европейские страны, прежде всего – природного газа, – требует реализации компенсирующих стратегий, с одной стороны, ориентированных на иные рынки сбыта; а с другой стороны, в значительной степени связанных с удлинением цепочек создания стоимости. В отношении газовой отрасли речь идет о добавлении к традиционным звеньям новых звеньев из области переработки газа, газохимии и альтернативной энергетики (связанной с реализацией так называемой «зеленой повестки»).

Производство ООО «РусВинил»
Источник: «Сибур Холдинг»

Первейшая роль нефтегазохимии, указывающая на один из новых трендов развития отрасли, в известном смысле состоит в том, чтобы превратить большие объемы газа (метана) в сравнительно небольшие объемы ликвидной конечной продукции. В качестве едва ли не главного варианта тут можно рассматривать развитие производств на базе технологий GTL с получением жидких топлив, а также технологий конверсии метана (основного компонента природного газа) в такие ценные нефтехимические полупродукты, как низшие олефины и ароматические углеводороды (через метанол – по процессам «метанол-в-олефины» / MTO и «метанол-в-ароматику» / MTA или через хлористый метил – с использованием процесс «метилхлорид-в-олефины» / MXTO). Далее может происходить достраивание цепочки создания стоимости с включением в нее полимеризационных пластмасс и продуктов органического синтеза. Новизна обусловлена тем, что в России до настоящего времени эти технологии глубокой переработки газа по разным причинам применяются очень ограниченно или вообще не применяются. Сильным сдерживающим фактором является высокий уровень обеспеченности традиционным сырьем для производства моторных топлив и для нефтехимических процессов пиролиза и дегидрирования – нефтью, газовым конденсатом, прямогонным бензином (нафтой) и углеводородами C_2—C_4.

Колонны установки производства пиролиза «ЗапСибНефтехим»
Источник: «СИБУР Холдинг»

Производства MTO наибольшее распространение получили в Китае, мощности которых к концу 2022 г. достигли 17 млн/год с расходом порядка 50 млн т метанола. Использование в качестве сырья в процессах MTO и на энергетические цели является главным драйвером роста потребления метанола в Китае, которое к 2030 г. может достичь 100 млн т [26; 32]. При этом на китайских предприятиях построены и продолжают строиться установки по технологиям различных лицензиаров, как западных (UOP/Hydro, Lurgi, Honeywell), так и национальных – Dalian Institute of Chemical Physics / DICP и Synopec, – составляющих серьезную конкуренцию мировым лидерам в данном классе химических технологий [5; 29]. Но экономика действующих производств вплоть до настоящего времени вызывает нарекания. Недостаточно высокий уровень доходности ведет к замедлению темпов ввода новых мощностей (с примерно 25 % в год в 2015–2018 гг. до 5 % в 2019–2022 гг.) и снижению уровня использования действующих мощностей с 90 до 80 % [26].

В России в последние годы появились корпоративные планы создания производств по переработке метанола в олефины и ведутся разработки собственных технологических решений в названной выше области. Так, еще в 2018–2020 гг. о планировании сооружения мощностей MTO-процесса заявляли нефтехимические компании, работающие в Башкортостане, и НК «ЛУКОЙЛ». В бизнес-периодике можно найти информацию, что Институт катализа СО РАН разработал катализатор конверсии метанола в низкомолекулярные олефины на цеолитном носителе для Томского НХК с выходом целевых продуктов (этилена, пропилена) на уровне 80–90 %. Вместе с тем

«ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»
Источник: penetron.ru

российские ученые считают, что более удачной альтернативой процессу MTO, является процесс MXTO, технология которого разработана ООО НИИЦ «Синтез». Согласно опубликованным оценкам, капиталоемкость процесса MXTO по сравнению с MTO ниже на 20 %, а срок окупаемости для проекта производительностью 100 тыс. т/год по этилену составляет не более 6 лет [7; 8; 23].

Оговоримся, что в действительности довольно сложно судить о степени промышленной готовности отечественных технологических разработок, но по крайней мере, не вызывает сомнений наличие определенной научно-исследовательской базы по одному из перспективных и ставших весьма актуальным для России трендов развития нефтегазохимических технологий. Помимо решения задач, связанных с монетизацией ресурсов природного газа и ослабления действия санкционных ограничений, направленных против газовой отрасли, разработка и внедрение технологий класса MTO, MTA или MXTO полезны и для демпфирования рисков во внешней торговле метанолом, объемы производства которого в России в 2018–2022 гг. устойчиво составляли от 4,3 до 4,5 млн т, а экспорта – 1,8–2,1 млн т. При стабильном общем уровне внешнеторговых поставок в минувшем году произошло радикальное изменение географии экспорта с «Запада» на «Восток», и к февралю нынешнего года доля Китая в экспорте российского метанола достигла 38 % при снижении за январь-март среднемесячных объемов производства на 15 %[3].

По современным оценкам, уровень душевого потребления пластмасс в России, достигший примерно 60 кг на человека в год, в 2–3 раза ниже, чем в США, странах Западной Европы и Японии

В общем виде можно сказать, что новой крупной задачей в развитии нефтегазохимии стала защита национальной экономики от внешних шоков, имеющих прежде всего неэкономический характер. Изменение геополитической обстановки сопровождается введением разнообразных экономических санкций и торговых рестрикций, с одной стороны, в отношении российского экспорта (нефти, природного газа, нефтепродуктов, удобрений, метанола, титана и многих других конкурентоспособных товаров); а с другой стороны, на поставки в нашу страну разнообразного технологического оборудования и сложной химической продукции. В сложившихся условиях необходимо искать способы обойти указанные ограничения, даже если новые решения с чисто экономической точки зрения могут оказаться менее благоприятными по сравнению с ранее практиковавшимися. В краткосрочном аспекте привлекательным решением проблемы санкций является поиск новых внешнеторговых партнеров и географическая переориентация направлений поставок. Но в долгосрочном горизонте необходимы иные решения, связанные со значительным усилением самодостаточности отечественной экономики без ущерба для ее качества и эффективности.

В контексте этой большой задачи должны решаться и две критически важные проблемы российской нефтегазохимии, а именно: (1) преодоление технологического отставания с расширением и повышением эффективности собственного тех-

[3] По данным Информационно-аналитического центра нефтехимической отрасли «Рупек». – URL: https://rupec.ru/news/51031/?ysclid=lh0vq5dagb403650419 (дата обращения 29.04.2023).

нологического базиса (включая как сферу НИОКР и программно-цифровых решений, так и специализированное машиностроение); и (2) развитие сложных средне- и малотоннажных химических производств, продукция которых в значительной степени необходима и используется в самой химической и нефтеперерабатывающей промышленности (например, катализаторы и реагенты). В принципе, обе названные проблемы решаемы, поскольку в России для этого есть и потенциальные возможности и определенные заделы – вопрос лишь в сроках и затратах на решение. Схожими могут быть и некоторые алгоритмы решения, поскольку производство многих видов продукции имеет технологическое родство. Следует разобраться с тем, что мы уже умеем и можем производить, т. е. провести своего рода инвентаризацию технологий и производств, а далее – оценить, что из имеющихся производств и технологий может тиражироваться и/или быть адаптировано для выпуска новых видов продукции.

Другой новый значимый вызов, который может задать целый коридор будущих трендов развития нефтегазохимии, связан с реализацией так называемой «зеленой повестки» в экономике, которая диктуется новыми трендами глобального характера в энергетике.

И в данном случае «слово» прежде всего за газохимией, в рамках которой рождаются новые технологии преобразования метана с получением «голубых» продуктов – водорода и аммиака, – представляющих собой энергетическую альтернативу традиционному ископаемому топливу. Востребованность новых энергетических продуктов с низким «углеродным следом», ожидаемый устойчивый рост мирового

При избытке производства крупнотоннажных пластмасс, а также метанола, аммиака и азотных удобрений, традиционно непростое положение складывается на рынке сложных малотоннажных продуктов

Проект транспортировки H_2
Источник: Scharfsinn / depositphotos.com

спроса порождают определенные надежды на «защищенность» соответствующих отечественных производств и товаров от западных санкций – в особенности, если исходно будет взята ориентация на недискриминационные рынка сбыта.

Если рассматривать проблему в этом ракурсе, то, по мнению специалистов «Газпрома», особый интерес может представлять возможность производства водорода (методом парового риформинга метана) на территории российского Дальнего Востока с обеспечением улавливания и захоронения диоксида углерода и последующим экспортом водорода в страны-потребители, расположенные в АТР [*** 2].

Целесообразность и результативность (в самых ее разнообразных аспектах, включая повышение стрессоустойчивости отечественной экономики) рассматриваемого направления развития нефтегазохимии, лежащего на стыке с энергетикой, во многом будут обусловлены тем, удастся ли добиться синергии эффектов от создания разнообразных производств – новых и традиционных. Предпосылки для принятия комплексных решений лежат хотя бы во взаимосвязанности водородно-аммиачных технологий, названных в работе [2], а именно: «получения водорода из природного газа с улавливанием и захоронением (использованием) углерода в виде углекислого газа; получения водорода из природного газа с улавливанием углерода в твердой форме; производства аммиака из низкоуглеродного водорода с ограниченными прямыми выбросами углекислого газа для транспортировки водорода, в том числе на азиатский рынок». Помимо синергии должен работать и эффект масштаба. Как отмечается во многих публикациях, аммиак получает все большее признание в качестве одного из основных видов топлива для глобального использования в будущем. Активно развиваются технологии топливного применения аммиака в различных сферах (прежде всего в качестве топлива для бункеровки), поэтому производимый в больших масштабах аммиак может заменить значительную часть потребляемых в настоящее время видов нефтяного жидкого топлива. Согласование данного направления использования аммиака с другими, включая те, где он применяется в качестве основного сырья, может способствовать более быстрому развитию всей водородно-аммиачной инфраструктуры и, соответственно, снизить риски новых проектных решений. Можно сказать, что будущая экономика, основанная на водороде и аммиаке, возникнет благодаря развитию и масштабированию нескольких поколений технологий [33; 30].

Наконец, рассматривая риски и возможности дальнейшего развития российской нефтегазохимии в контексте «зеленой повестки», нельзя не отметить и одну чрезвычайно важную специфическую отраслевую проблему – проблему «пластикового загрязнения» окружающей среды, – а точнее говоря, утилизации и повторного использования пластмасс и других полимеров. В России указанная проблема стоит довольно остро, несмотря на то что по уровню душевого потребления полимерной продукции наша страна заметно отстает от мировых «химических» лидеров. Но в данном вопросе для оценки масштабов загрязнений более уместно оперировать абсолютными цифрами, которые для России разнятся в довольно широких пределах: от 3,5–5 [20] до 8,5 и более [31] млн т в год[4]. Неоднозначны также и оценки «неуправляемых» отходов (т. е. не подвергнутых захоронению на полигонах, сжиганию или переработке) – от примерно 600 до более чем 900 тыс. т [31; 24]. Причем объемы «пластикового загрязнения» возрастают по мере роста потребления пластмасс и вследствие слишком малых объемов их полезной утилизации, т. е. вторичного использования после соответствующей переработки пластиковых отходов, объемы которой оцениваются от 350–450 до 600 тыс. т в год (занимаются около 500 предприятий) [20]. В нашей стране до сих пор отсутствует достоверная статистика, показывающая содержание возобновляемых материалов в различных видах отходов и отражающая степень их возможного извлечения. Поэтому масштабы рынка полимерных отходов, пригодных для переработки и вторичного использования, оцениваются лишь экспертным образом – на уровне порядка 50 % от объемов исполь-

Вагоны для перевозки аммиака
Источник: toaz.ru

Особо отметим фактор узости внутреннего рынка. Слишком малый спрос приводит к тому, что продукты среднетоннажной по мировым меркам химии в России становятся малотоннажными

[4] Дифференциация оценок может быть вызвана многими причинами. Прежде всего сказывается несовершенство статистического учета, также могут иметь место различия в методах оценивания (учет или наоборот – не учет – тех или иных видов синтетических смол и пластмасс в составе полимерных отходов).

Особенностью развития в условиях санкционного давления стало то, что нефтегазохимия оказалась как никогда тесно вовлеченной в процессы решения проблем, возникших в «локомотивных» отраслях

зования пластиков (4 млн т в настоящее время с возможным увеличением до 7 млн т в ближайшие годы [1]).

Цифры, характеризующие сложившуюся в России ситуацию с полимерными отходами, говорят о наличии больших потенциальных – экономических и технических – возможностей для развития процессов утилизации. Так, среднемировой показатель повторной переработки пластиковых отходов составляет 9 % (для сравнения в России – оценочно 5–7 %) с перспективой его повышения в предстоящие три десятилетия до 17 % [28]. В странах Евросоюза уровень вторичной переработки достиг в среднем 35 % и колеблется от 21 % (в Финляндии) до 45 % (в Нидерландах). Еще более высокая степень утилизации с переработкой характерна для пластиковой упаковки – в среднем 46 % и с разбросом значений по странам от 26 % (Венгрия) до 65 % (Нидерланды) [35].

Эксперты отрасли полагают, что бурный прогресс новых технологий по автоматизации сортировки отходов создаст в России благоприятные предпосылки для развития переработки использованных пластмасс с ориентиром на увеличение в ближайшие годы объемов получения вторичных полимеров до 2,5–3 млн т. Выделение полимеров из состава твердых отходов с их повторным использованием представляется экономически наиболее выгодным решением. Хотя сжигание отходов организационно выглядит более простым методом, но для его реализации необходимо создание крупных мощностей (чтобы обеспечить требуемый эффект масштаба) хотя бы из-за очень высокой капиталоемкости систем по очистке выходящих газов [1].

Подводя некоторый итог, следует отметить разнообразие и сложность новых вызовов и рисков, с которыми отечественная нефтегазохимия столкнулась в настоящее время и которые во многом будут задавать тренды дальнейшего развития отрасли. Но при этом есть и весьма широкий круг возможностей, позволяющих не только противостоять новым вызовам, но и использовать складывающиеся обстоятельства для более активного расширения производства и улучшения его качественных параметров, усиления межотраслевых взаимодействий, а в конечном счете – для обеспечения роста и устойчивости российской экономики в целом. Естественно, все это достижимо лишь при условии проведения адекватной государственной регуляторной политики, формирования комплексных мер поддержки, координации и стимулирования, разработки и реализации действенных программно-плановых решений и механизмов.

Терминал по приему сжиженного водорода LH2 в Кобе

Источник: httpshipsupply.ru

Комплекс «ЗапСибНефтехим» в Тобольске

Источник: «Сибур Холдинг»

Меры поддержки, регуляторные решения и планирование

Традиционные меры поддержки и стимулирования развития тех или иных отраслей экономики, включая нефтегазохимию, прежде всего связаны с налоговыми послаблениями, субсидированием и льготным кредитованием инвесторов.

Одним из недавних решений Правительства РФ расширен перечень видов НИОКР, расходы по которым можно учитывать для уменьшения налоговых платежей, в отношении разработки и производства многих видов средне- и малотоннажной химической продукции (26 технологий)[5]. Таким образом создаются определенные стимулы и для роста производства и для технологического развития. Помимо этого Правительство РФ направит 2,5 млрд руб. на субсидии инвестиционным проектам в «малой» и «средней» химии; инвесторы смогут вернуть до 70 % затрат на выплату ставки по кредитам, полученным в 2020–2024 гг. Правительство ожидает, что такие меры окажут значительный мультипликативный эффект – ускорят развитие смежных отраслей и создадут условия для укрепления экономики в целом[6]. Под

[5] Льготы введены Постановлением Правительства РФ от 15 декабря 2022 г. № 2312 «О внесении изменений в перечень научных исследований и опытно-конструкторских разработок, расходы налогоплательщика на которые в соответствии с пунктом 7 статьи 262 части второй Налогового кодекса Российской Федерации включаются в состав прочих расходов в размере фактических затрат с коэффициентом 1,5». – URL: http://government.ru/news/47364/ (дата обращения 10.05.2023).

[6] Порядок предоставления субсидий регулируется Постановлением Правительства РФ от 01.03.2023 № 25 «О внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 3 января 2014 г. № 3». См.: Правительство расширило программу субсидирования инвестиционных проектов по приоритетным направлениям промышленности. – URL: http://government.ru/docs/47930/ (дата обращения 10.05.2023).

эгидой Фонда развития промышленности продолжает работать и трансформируется с учетом изменяющихся условий и механизм специальных инвестиционных контрактов (СПИК), который является одним из инструментов промышленной политики, направленным на стимулирование инвестиций. Еще в конце 2020 г. был запущен механизм СПИК 2.0, предназначенный для проектов по разработке и внедрению новых технологий с организацией серийного производства[7]. Но в связи с началом «санкционной войны» в марте 2022 г. продлено и действие изначального механизма СПИК 1.0, который заработал в 2015 г. и нацелен на поддержку инвестиционных проектов

Комплекс производств метанола и аммиака
Источник: «Щекиноазот»

по созданию, модернизации и освоению производства промышленной продукции[8].

В декабре 2022 г. было объявлено о новой мере государственной поддержки – кластерной инвестиционной платформе (КИП), которая направлена на предоставление льготных кредитов российским промышленным предприятиям для реализации инвестиционных проектов по производству приоритетной продукции и названа «основным механизмом достижения технологического суверенитета». Платформа должна обеспечить индустриальный бизнес длинными и дешевыми кредитными ресурсами на проекты стоимостью до 100 млрд руб., в том числе на 2023 г. в бюджете предусмотрено выделение 5 млрд руб. Химическая промышленность названа в числе приоритетных, и в подготовленном перечне субсидируемых производств присутствует порядка 40 видов химической продукции – в основном в области средне- и малотоннажной химии и переработки полимеров[9].

При всей своей важности и значимости перечисленные меры носят преимущественно точечный характер, т. е. нацелены на реализацию отдельных инвестиционных проектов и поддержку отдельных производств, хотя перечень данных проектов и производств выглядит весьма внушительно. Образно говоря, это «поддержка сверху», которой в складывающихся условиях явно недостаточно. Крайне необходима мощная «поддержка снизу», или базис развития нефтегазохимии, в виде динамичного и емкого внутреннего рынка, который генерирует нарастающий спрос на самую разнообразную продукцию и толкает развитие отрасли без указаний «сверху». Совершенно обоснованным, по нашему мнению, выглядят предложения Центра стратегических разработок о необходимости стимулирования потребления нефтегазохимической продукции, прежде всего конечной, что позволит «обратным ходом» сформировать устойчивый спрос на всех этапах передела углеводородного сырья. Это один из главных путей снижения рисков и повышения экономической привлекательности новых нефтегазохимических проектов в России. В более широком контексте речь должна идти в новой волне химизации народного хозяйства наподобие тех программ, которые были реализованы

[7] СПИК. Информация Фонда развития промышленности. – URL: https://frprf.ru/navigator-gospodderzhky/spik_main/ (дата обращения 10.05.2023).

[8] Возможность возобновлена заключения СПИК 1.0 на условиях Постановления Правительства РФ от 16.07.2015 г. № 708 (URL: http://government.ru/docs/all/102779/ – дата обращения 10.05.2023) предусмотрена Федеральным законом от 14.03.2022 г. № 57-ФЗ (URL: http://government.ru/docs/all/139699/ – дата обращения 10.05.2023).

[9] Заседание Совета по стратегическому развитию и национальным проектам. 15.12.2022. – URL: http://www.kremlin.ru/events/president/news/70086 (дата обращения 10.05.2023).
Кластерная инвестиционная платформа (карточка меры поддержки Минпромторга РФ). – URL: https://gisp.gov.ru/support-measures/list/12448166/ (дата обращения 10.05.2023).
Регулирующий нормативно-правовой акт: Постановление Правительства РФ от 22.02.2023 г. № 295 «О государственной поддержке организаций, реализующих инвестиционные проекты, направленные на производство приоритетной продукции». – URL: http://government.ru/docs/all/146410/ (дата обращения 10.05.2023).
Перечень приоритетной продукции (Протокол заседания Межведомственной комиссии по вопросам льготного кредитования инвестиционных проектов, направленных на производство приоритетной продукции от 23.03.2023 г. № 61-ОВ/12). – URL: https://gisp.gov.ru/documents/16848559/ (дата обращения 10.05.2023).

В России в последние годы появились корпоративные планы создания производств по переработке метанола в олефины и ведутся разработки собственных технологических решений в данной области

во времена плановой экономики в 1930-х и 1950–1960-х гг.

Тогда в развитии нефтегазохимии определенным образом трансформируется и роль государства со смещением акцентов от поддержки и стимулирования (при их безусловном сохранении и усилении) к координации и планированию. Это не означает, что Россия должна вернуться к советской практике директивного планирования. Но мировой опыт показывает, что во всех случаях проведения крупной модернизации экономики в целях ускорения роста, подъема промышленного производства и активизации научно-технологического развития правительства прибегали к планированию, в той или иной пропорции сочетающему элементы директивности, индикативности и стратегирования. В списке стран, добившихся наибольших успехов на этом пути, – Япония, Израиль, Южная Корея, Китай, Индия.

Особо обратим внимание на пример Японии, экономика которой в послевоенное время порядка трех десятилетий жила согласно государственным планам, по большей части – директивным. К концу 1980-х гг. японская промышленность, совершив большой скачок в своем развитии, в количественном и в качественном отношениях вышла на передовые рубежи в мире. Основная заслуга в этом принадлежит частному бизнесу. Но государство неизменно и настойчиво старалось придать развитию промышленности более целенаправленный, планомерный характер, корректировать действие рыночных механизмов. Это усилило общий благоприятный результат, придав бизнесу ощущение большей уверенности и защищенности и создав стимулы для развития экономики по новым направлениям. И только в 1990-е гг. этап активного государственного регулирования в основном завершился, поскольку частный бизнес достиг высокой степени зрело-

Завод SINOPEC Zhenhai Refining & Chemical Company в Китае
Источник: oldmagazine.sibur.ru

Химическое производство в Японии

Источник: filestemp.techspot.com

сти и уже особо не нуждался в руководстве и поддержке со стороны государства. Был взят общий курс на хозяйственную либерализацию, который помимо всего прочего был продиктован требованиями западных партнеров Японии, видевших в ранее сложившейся национальной модели государственного регулирования проявление протекционизма и отступление от принципов рыночной экономики [13].

Российские же реформы в постсоветское время изначально были нацелены на то, чтобы побыстрее либерализовать экономику и «войти в рынок». Сегодня почти с полной уверенностью можно утверждать, что мы слишком поторопились, отказавшись от планирования и твердого государственного целеполагания в экономическом развитии. Нечто похожее произошло в Индии во второй половине 2010-х гг., когда реформистское правительство страны отказалась от системы директивно-индикативного планирования (во многом по примеру советских пятилеток) и упразднило соответствующую комиссию, работавшую на протяжении 60 лет. Прошло совсем немного времени, и в индийской научной литературе уже ставится вопрос: «а не выплеснули мы из купели вместе с водой ребенка?»; – и звучат предложения по усилению полномочий нынешнего главного регулирующего органа NITI Aayog с возвращением к «новому планированию» [25].

В нашей стране до сих пор отсутствует достоверная статистика, показывающая содержание возобновляемых материалов в различных видах отходов и отражающая степень их возможного извлечения

Есть некоторые универсальные (фундаментальные) принципы, лежащие в основе построения и эволюции успешных национальных систем государственного экономического планирования. И главный из этих принципов – лидерство государства: именно государство, исходя из видения общенациональных интересов, должно формулировать цели, ставить задачи, намечать индикаторы, разрабатывать плановые мероприятия. Естественно, все это должно делаться с учетом интересов, потребностей и возможностей бизнеса; а равно должны действовать стимулы, подталкивающие бизнес к выполнению государственных планов.

К сожалению, в отечественной практике отраслевого стратегирования, разработки и реализации отраслевых стратегий (включая и Стратегию развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 г.) названный выше принцип соблюдается слабо. Как правило, государственные стратегии оказываются слишком декларативными: устанавливая цели и задавая общие ориентиры, в аспектах практической реализации они идут в «хвосте» корпоративных планов и намерений – сводят, суммируют и отчасти балансируют. Отсюда вытекает явно недостаточная результативность принимаемых стратегических документов. Не спасает в целом ситуацию и разработка планов мероприятий по осуществлению стратегий, как например плана реализации Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса, который сам в большей степени представляет собой свод задач для дальнейшей разработки и детализации планов развития отрасли, а также обеспечивающих мер, требуемых для выполнения указанных планов.

На сегодняшний день наиболее детализированным и конкретизированным руководящим документом по развитию нефтегазохимии является план мероприятий по импортозамещению в отрасли, новая редакция которого была утверждена в ноябре 2022 г. и в которой существенно расширено число товарных позиций по сравнению с исходным планом 2015 г. Приказом Минпромторга РФ № 4743 от 15.11.2022 г. предусматривается, что ведомство должно координировать деятельность предприятий, участвующих в реализации плана (пункт 2а), и вести мониторинг его реализации (пункт 2б)[10]. Но остается неясным, в какой мере задания плана являются обязательными к выполнению (т. е. директивными), какова мера ответственности за невыполнение и кто должен нести эту ответственность, каким образом, собственно говоря, будет осуществляться координация?

Развитие возобновляемой энергетики в Японии

Источник: power.solapv.com

Цифры, характеризующие сложившуюся в России ситуацию с полимерными отходами, говорят о наличии больших экономических и технических возможностей для развития процессов утилизации

По нашему мнению, в тех новых условиях, в которых будет происходить дальнейшее развитие российской экономики, с настоятельностью необходимо выстроить эшелонированную во времени (по горизонтам предвидения и планирования) систему государственных планов с элементами стратегического целеполагания, с индикативными ориентирами и директивными задачами. Т.е. требуется грамотное сочетание долгосрочных (стратегических, на 15–20 лет), среднесрочных (преимущественно индикативных, пятилетних) и краткосрочных (оперативных, годовых) планов. Степень директивности должна возрастать по мере приближения горизонта планирования и, соответственно, ослабления неопределенности реализации

[10] Приказ Минпромторга РФ № 4743 от 15.11.2022 «Об утверждении обновленной версии плана мероприятий по импортозамещению в отрасли химической промышленности». – URL: https://minpromtorg.gov.ru/docs/b99f4c72–1de9–4f96-bb4a-f1a9648b2150 (дата обращения 14.05.2023).
Приказ Минпромторга РФ № 646 от 31.03.2015 «Об утверждении отраслевого плана мероприятий по импортозамещению в отрасли химической промышленности Российской Федерации». – URL: https://minpromtorg.gov.ru/docs/29840d49–4d2d-4240–913e-2954d3779139 (дата обращения 14.05.2023).

планов – вследствие большей предсказуемости условий развития экономики.

Координация и планирование необходимы и по той причине, что в современных условиях нельзя допустить распыление и дублирование усилий разных игроков – у нас нет времени ждать, пока рынок сам все урегулирует. При этом стоит задача охватить весьма широкий (в идеале – максимально широкий) круг продуктов, выстроить как можно больше взаимосвязанных производственно-технологических и маркетинговых цепочек[11]. Иными словами, элементы адресности и директивности в планировании развития нефтегазохимии необходимы для балансирования и оптимизации

Резервуары парка хранения сырья «ЗапНефтеХим»
Источник: «Сибур Холдинг»

продуктовых потоков в условиях реализации большого числа проектов и вследствие ограниченности финансовых ресурсов.

Наряду с этим чрезвычайно важна и координация деятельности государственных органов управления экономикой в вопросах планирования и развития нефтегазохимической промышленности. В регуляторной деятельности, затрагивающей функционирование и развитие нефтегазохимии, только на федеральном уровне участвует целый ряд министерств и ведомств, у каждого из которых есть свой «фронт работ». Можно отметить, в частности, что подобно тому, как это было в советское время, произошел раздел сфер влияния между Минпромторгом, который отвечает за химическую промышленность, и Минэнерго РФ (под эгидой правительственной комиссии по ТЭКу), несущем ответственность за нефте- и газохимию. И каждое из министерств разрабатывает свои планы и «дорожные карты» развития подведомственных сегментов химического комплекса, во многом пересекающиеся, что неудивительно, поскольку сегодня отделить «химию» от «нефтехимии», а тем более – «газохимии», – крайне сложно из-за общности (во многом) источников первичного сырья и тесного переплетения производственно-технологических цепочек. Да и организационно оба условных сегмента химического комплекса зачастую неразделимы. Например, компания «СИБУР» является одновременно и химической, и нефтехимической; по одним направлениям деятельности она находится под патронажем Минэнерго, а по другим – Минпромторга. Совместно с последним «СИБУР» разрабатывает программу импортозамещения, а с Минэнерго заключает инвестиционные соглашения о строительстве и реконструкция ряда технологических установок по производству нефтехимической продукции в составе своих дочерних предприятий («ЗапСибНефтехим», «Нижнекамскнефтехим» и «Казаньоргсинтез»)[12].

Отмеченное выше разделение сфер влияния государственных ведомств (плюс к этому необходимость координации решений с другими органами управления) создает, по нашему мнению, определенные регуляторные риски, между тем от согласованности и непротиворечивости мер в различных аспектах регулирования и планирования зависит очень многое. И прежде всего – исполнимость планов и программ, которая нередко становится «камнем преткновения» в планировании при отказе от строго директивного подхода, при сочетании рекомендательных и обязательных начал. Иными словами, встает вопрос: как обеспечить целенаправленное, рассчитанное на достижение конкретно определенных количественных и качественных ориентиров развитие нефтегазохимии (равно как и других отраслей экономики) не прибегая к повсеместному и ежечасному использованию инструментов принуждения?

Принципиальный путь решения проблемы, как показывает успешный опыт других стран, состоит в формировании взаимоувязанных, комплементарных институциональных предпосылок, рассчитанных на достижение каждой поставленной цели, которые, в свою очередь, также должны быть согласованы друг с другом. Стратегические ориентиры и индикативные планы должны быть подкреплены целостной системой стимулов и мер косвенной поддержки, включая налоговые льготы, инвестиционные контракты и кластерные платформы, технологические инициативы и проч. В свою очередь, исполнение директивных плановых заданий должно опираться на прямые юридически обязывающие соглашения между государственными агентствами и нефтегазохимическими компаниями (как это у нас уже отчасти практикуется) и бюджетные инвестиции (субсидии)[13].

ПГУ-250 на «Казаньоргсинтез»
Источник: времяроссии.рф

В новых условиях в отрасли необходимо выстроить эшелонированную во времени систему государственных планов с элементами стратегического целеполагания и индикативными ориентирами

Заключение

Складывающиеся политические и экономические обстоятельства заставляют несколько изменить взгляды на стратегические альтернативы дальнейшего развития отечественной нефтегазохимии. То видение, которое авторам представлялось обоснованным два-три года назад сегодня нуждается в корректировке вследствие разрастания вектора целей, стоящих перед отраслью. Цели, которые традиционно ставились и ставятся перед нефтегазохимической промышленностью как отраслью, обеспечивающей повышение эффективности и уровня диверсификации национальной экономики, дополняются новыми, связанными с ее защитой от внешних шоков, которые имеют в том числе и неэкономический характер; а также с реализацией «зеленой повестки», которая вытекает из новых глобальных трендов в мировой энергетике.

Опираясь на идеи доклада Межведомственного аналитического центра, мы указывали на то, что в ожидаемых трендах будут присутствовать элементы «китайской», «индийской» и прежней «советской» моделей развития химической промышленности (для достижения целей, связанных с химизацией повышением эффективности национальной экономики), а также «ближневосточной» модели (в связи с необходимостью «монетизации» ресурсов углеводородного сырья). Тогда к числу наименее приемлемых была отнесена модель «суверенного импортозамещения», факторами реализации кото-

[11] В обновленной версии плана мероприятий по импортозамещению в отрасли химической промышленности зафиксировано более 320 укрупненных товарных позиций (см. приказ Минпромторга РФ № 4743 от 15.11.2022 г.). Организовать все необходимые производства без тщательной координации и адресного планирования будет, по нашему мнению, крайне затруднительно.

[12] Минпромторг и «СИБУР» формируют программу импортозамещения // Нефтегазовая вертикаль. Новости. 29.03.2021. – URL: https://ngv.ru/news/minpromtorg_i_sibur_formiruyut_programmu_importozameshcheniya/?ysclid=lhruva67c6278469097 (Дата обращения 17.05.2023).
Минэнерго России заключило инвестиционные соглашения о создании новых нефтехимических мощностей с ПАО «СИБУР Холдинг» // Новости Минэнерго РФ. 28.01.2022. – URL: https://minenergo.gov.ru/node/22411?ysclid=lhrasz5mtr562323612 (дата обращения 17.05.2023).

[13] В частности, по примеру финансирования из средств резервного фонда Правительства РФ с выделением на 6 млрд руб. разработку оборудования для сжижения газа и производства химической продукции // Распоряжение Правительства РФ от 29.09.2022 г. № 2848-р. – URL: http://government.ru/news/46672/ (дата обращения 18.05.2023).

рой являются ориентация на внутренний рынок, национальный капитал и умеренно изоляционистская политика со стороны государства, а риски связаны с технологическим развитием догоняющего типа. Данная модель порождает множество противоречий, для разрешения которых требуется государственное участие, в том числе активное стимулирование частных инвестиций в НИОКР [12; 17]. Но поскольку в современных условиях усиление государственного вмешательства в развитие нефтегазохимии с функциями координации, планирования и стимулирования становится практически неизбежным, то риски модели «суверенного импортозамещения» во многом утрачивают свою значимость.

В новых непростых условиях государство непременно должно задавать реальные цели и ставить перед бизнесом реальные задачи, координируя их выполнение. При этом возвращение к всеобщему директивному планированию по образу и подобию советских пятилеток представляется и бессмысленным, и невозможным. Но элементы директивности в планах и программах развития нефтегазохимии должны обязательно присутствовать и органично сочетаться с разнообразными стимулирующими мерами. Как результат должна быть сформирована целостная комплементарная система институтов развития, способная обеспечить надежное и гибкое решение задач, стоящих перед отраслью.

Работа выполнена в рамках плана НИР ИЭОПП СО РАН: Проект 5.6.3.2 (0260-2021-0004) «Ресурсные территории Востока России и Арктической зоны: особенности процессов взаимодействия и обеспечения связанности региональных экономик в условиях современных научно-технологических и социальных вызовов» (Регистрационный номер НИОКТР № 121040100278-8).

Использованные источники

1. *Абрамов В.В., Чалая Н.М. Организационно-технические аспекты обращения с полимерными отходами // Полимерные материалы. 2020. № 2. С. 40–45.*
2. *Аксютин О., Ишков А., Романов К., Тетеревлев Р. Роль российского природного газа в развитии водородной энергетики // Энергетическая политика. 2021. № 3 (157). С. 6–19. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_3157_6.*
3. *Анализ обеспеченности российского рынка пластиками / Под. рук. С.В. Голованова. – М.: Институт анализа предприятий и рынков НИУ «ВШЭ», 2023. – 35 с. – URL: https://iims.hse.ru/news/825498873.html (дата обращения 13.04.2023).*
4. *Базунов П. Ситуацию на рынке полимеров можно назвать беспрецедентной // KANZOBOZ.NEWS. 2021. № 4. С. 8–9. – URL: https://kanzoboz.ru/article/ssp2021/ (дата обращения 04.04.2023).*
5. *Бровко Р. В., Сульман М. Г., Лакина Н. В., Долуда В. Ю. Конверсия метанола в олефины: современное состояние и перспективы развития // Катализ в промышленности. 2021. Т. 21. № 5. С. 281–296. DOI: 10.18412/1816-0387-2021-5-281-296.*
6. *Внешняя торговля России в 2021 году // RT.com – «Внешняя Торговля России». 12 фев. 2022. – URL: https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2022-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2021-godu/?ysclid=lgiaaq42v1856240157 (дата обращения 16.04.2023).*
7. *Вяткин Ю.Л., Лищинер И.И., Синицын С.А., Кузьмин А.М. Перспективные направления химической переработки углеводородного сырья // Neftegaz.RU. 2020. № 4. С. 114–118. – URL: https://magazine.neftegaz.ru/archive/547133/ (дата обращения 28.04.2023).*
8. *ГНС прорабатывает перспективный проект по производству олефинов из метанола (Республика Башкортостан) // Интернет-портал CHEM.RU. 20 июля 2020. – URL: https://chem.ru/news/29859-gns-prorabatyvaet-perspektivnyj-proekt-po-proizvodstvu-olefinov-iz-metanola-respublika-bashkortostan.html?ysclid=lh0q1jatmf54996181 (дата обращения 28.04.2023).*
9. *Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – Росстат, 2023. URL: https://www.fedstat.ru (дата обращения 02.03.2023).*
10. *Кацевман М.Л. Состояние отрасли переработки полимеров в России // RUPLASTICA 2023. – URL: https://ruplastica.ru/itogi/prezentacii/521 (дата обращения 04.04.2023).*
11. *Комплексная программа научно-технического прогресса СССР на 1991–2010 гг. (по пятилеткам) / Академия наук СССР; Госкомитет СССР по науке и технике. Проблемный раздел 3.1. Основные проблемы развития народного хозяйства. VI. Перспективы развития народнохозяйственных комплексов. М: Институт экономики и прогнозирования НТП АН СССР, Научно-исследовательский экономический институт при Госплане СССР, 1988. URL: https://ecfor.ru/publication/kompleksnaya-programma-nauchno-tehnicheskogo-progressa-sssr/?ysclid=le8aum0m2k382247370 (дата обращения 18.02.2023).*
12. *Крюков В.А., Шмат В.В. Нефтегазохимия на Востоке России – драйвер роста или балласт? // Регион: экономика и социология. 2020. № 3. С. 270–300. DOI: 10.15372/REG20200311.*
13. *Лебедева И.П. Япония: эволюция системы экономического планирования и прогнозирования // Восточная аналитика. 2016. Вып. 3. С. 36–52. – URL: https://www.ivran.ru/f/analitika_cover2016_3full.pdf (дата обращения 14.05.2023).*
14. *Мордюшенко О. Россия недосчиталась пластиков // Коммерсантъ. 05.04.2023. – URL: https://www.kommersant.ru/doc/5914708?ysclid=lgfgfm8n26847683247 (дата обращения 13.04.2023).*
15. *Нефтегазохимия в России: возможности для роста. М.: Центр стратегических разработок, 2021. – 75 с. – URL: https://www.csr.ru/ru/research/neftegazokhimiya-v-rossii-vozmozhnosti-dlya-rosta/ (дата обращения 13.04.2023).*
16. *Рынок крупнотоннажных полимеров-2020. М.: НИУ ВШЭ –Институт «Центр развития», 2020. URL: https://dcenter.hse.ru/godovye_obzory_po_otraslyam_i_rynkam (дата обращения 07.03.2023).*
17. *Рязанов В.А., Сиваков Д.В., Кукушкин Е.И. Проблемы и перспективы развития отечественного химического комплекса. М.: Межведомственный аналитический центр, 2010. 61 с.*
18. *Савельева Н.К., Созинова А.А., Ганебных Е.В., Байбакова Т.В., Фокина О.В., Беспятых В.И. Перспективы импортозамещения в малотоннажной химии // Журнал прикладных исследований. 2022. № 3-1. С. 59–64. DOI 10.47576/2712-7516_2022_3_1_59. – URL: https://elibrary.ru/contents.asp?id=48140489 (дата обращения 13.04.2023).*
19. *Семягин Д. «Неимпортозамещенное»: каких полимеров не хватает российским переработчикам // Рупек. 21 фев. 2023. – URL: https://rupec.ru/articles/50929/?ysclid=lg2a9w28qs830244559 (дата обращения 13.04.2023).*
20. *Сперанская О., Понизова О., Цитцер О., Гурский Я. Пластик и пластиковые отходы в России: ситуация, проблемы и рекомендации. Международная Сеть по Ликвидации Загрязнителей (International Pollutants Elimination Network), 2021. 91 с. – URL: https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-russia-2021-epa_v1_4q-ru.pdf (дата обращения 30.04.2023).*
21. *Суслов Н.И. Замена металлов пластмассами. М.; Свердловск: Машгиз [Урало-Сиб. отд.], 1962. – 204 с.*
22. *Товарооборот «Пластмассы и изделия из них». Аналитика за 2021 год // Экспорт и импорт России по товарам и странам. – URL: https://ru-stat.com/analytics/9121?ysclid=lfzeyrxugy368159827 (дата обращения: 04.04.2023).*
23. *Трегер Ю. MXTO vs. MTO. Российские разработчики апробировали одностадийную технологию получения этилена из природного газа // The Chemical Journal (Химический журнал). 2017. № 11. С. 30–33.*
24. *Braich G., Ricciardi V., Serkez Y. Managing plastic and food waste for a sustainable future // Atlas of the sustainable development goals 2020: from World Development Indicators. Washington, DC: World Bank, 2020. – URL: https://datatopics.worldbank.org/sdgatlas/goal-12-responsible-consumption-and-production/ (дата обращения 06.05.2023).*
25. *Chhibber A. Economic planning in India. Did we throw the baby out with the bathwater? // Indian Public Policy Review. 2022. Vol. 3, No. 3. Pp. 1–19. DOI: 10.55763/ippr.2022.03.03.001. – URL: https://ippr.in/index.php/ippr/issue/view/12 (дата обращения 15.05.2023).*
26. *China MTO operating rate declines amid poor economics // CCFGroup. Insight. Dec., 1 2022. – URL: https://www.ccfgroup.com/newscenter/newsview.php?Class_ID=D00000&Info_ID=2022120130023 (дата обращения 26.04.2023).*
27. *Feeder Report 2021 – Production and Consumption of Plastics // OSPAR's Assessment Portal. URL: https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/quality-status-reports/qsr-2023/other-assessments/production-and-consumption-plastics/ (дата обращения 07.03.2023).*
28. *Global Plastics Outlook. Policy Scenarios to 2060. Paris: OECD, 2022. 28 p. – URL: https://www.oecd.org/publications/global-plastics-outlook-aa1edf33-en.htm (дата обращения 06.05.2023).*
29. *Gogate M.R. Methanol-to-olefins process technology: current status and future prospects // Petroleum Science and Technology. 2019. Vol. 37. No. 5. Pp. 559–565. DOI: 10.1080/10916466.2018.1555589.*
30. *Griffiths S., Uratani J. Zero and low-carbon ammonia shipping fuel // Global Energy. 2022. Vol. 28. No. 4. Pp. 46–58. – URL: https://engtech.spbstu.ru/en/article/2022.122.3/ (дата обращения 30.04.2023).*
31. *Law K.L., Starr N., Siegler T.R., Jambeck J.R., Mallos N.J., Leonard G.H. The United States' contribution of plastic waste to land and ocean // Science Advances. Vol. 6, No. 44. 7 p. DOI: 10.1126/sciadv.abd0. – URL: https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abd0288 (дата обращения 06.05.2023).*
32. *Li S., Xue Y., and Wang P. Transforming China's Chemicals Industry: Pathways and Outlook under the Carbon Neutrality Goal. Rocky Mountain Institute (RMI), 2022. 91 p. – URL: https://rmi.org/transforming-chinas-chemicals-industry (дата обращения 26.04.2023).*
33. *Macfarlane, D.R., Cherepanov, P.V., Choi, J., Suryanto, B.H., Hodgetts, R.Y., Bakker, J.M., Vallana, F.M., & Simonov, A.N. (2020). A Roadmap to the Ammonia Economy // Joule. VOLUME 4, ISSUE 6, P1186-1205, JUNE 17, 2020. DOI: 10.1016/j.joule.2020.04.004. – URL: https://www.cell.com/joule/fulltext/S2542-4351(20)30173-2 (дата обращения 30.04.2023).*
34. *Plastics Resin Production and Consumption in 63 Countries Worldwide. Frankfurt am Main: European association of plastics and rubber machinery manufacturers – EUROMAP, 2016. URL: https://pagder.org/images/files/euromappreview.pdf (дата обращения 07.03.2023).*
35. *The circular economy for plastics. A European Overview. Brussels: Plastics Europe AISBL, 2022. 47 p. – URL: https://plasticseurope.org/knowledge-hub/the-circular-economy-for-plastics-a-european-overview-2/ (дата обращения 06.05.2023).*
36. *Wang, W., Themelis, N.J., Sun, K. et al. Current influence of China's ban on plastic waste imports. Waste Disposal &. Sustainable Energy. 2019. Is. 1. Pp. 67–78. DOI: https://doi.org/10.1007/s42768-019-00005-z.*
37. *Aksyutin O., Ishkov A., Romanov K., Teterevlev R. The role of Russian natural gas in the development of hydrogen energy // Energy Policy. 2021. No. 3. Pp. 6–19. DOI: 10.46920/2409-5516_2021_3157_6 (In Russ.).*
38. *Brovko R.V., Sulman M.G., Lakina N.V., Doluda V.Yu. Methanol to olefins conversion: state of the art and prospects of development. Kataliz v promyshlennosti. 2021;21(5):281–296. DOI: 10.18412/1816-0387-2021-5-281-296 (In Russ.).*
39. *Kryukov V.A., Shmat V.V. Petro-Gas Chemistry in Russia's East: Growth Driver or Ballast? // Regional Research of Russia. 2021. Vol. 11, Is. 2. Pp. 174–186. DOI: 10.1134/S2079970521020076 (In Russ).*
40. *Lebedeva I.P. Japan: Evolution of the system of economic planning and forecasting // Eastern Analytics. 2016. Is. 3. Pp. 36–52 (In Russ.).*

УДК 620.92 DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_62 EDN: PLWMME

Перспективы автономного энергоснабжения изолированных объектов и поселений в арктических регионах РФ с применением водородных технологий

Prospects of autonomic energy supply of isolated areas in Russian Arctic regions using hydrogen technologies

Владислав КАРАСЕВИЧ
Научный сотрудник лаборатории водородной энергетики НТЦ автономной энергетики МФТИ, к. т. н.
E-mail: karasevich.va@mipt.ru

Юрий ВАСИЛЬЕВ
Исполнительный директор НТЦ автономной энергетики МФТИ
E-mail: vasilev.uv@mipt.ru

Владимир НЕГРИМОВСКИЙ
Заведующий лабораторией водородной энергетики НТЦ автономной энергетики МФТИ, к. х. н.
E-mail: negrimovsky.vm@mipt.ru

Vladislav KARASEVICH
Researcher, Laboratory of Hydrogen Energetics of the Autonomic Energy R&D center of the Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT), PhD (engineering)
E-mail: karasevich.va@mipt.ru

Yuri VASILIEV
Executive director of the Autonomic Energy R&D center of the MIPT
E-mail: vasilev.uv@mipt.ru

Vladimir NEGRIMOVSKY
Head of Laboratory of Hydrogen Energetics of the Autonomic Energy R&D center of the MIPT, PhD (chemistry)
E-mail: negrimovsky.vm@mipt.ru

Аннотация. В статье обсуждается текущее состояние и проблемы энергетического комплекса для изолированных объектов и поселений в арктических регионах России. На сегодняшний день в изолированных объектах поселениях российской Арктики и Дальневосточного федерального округа проживает свыше 300 тыс. человек и расположено более 1 ГВт установленной электрической и 200 Гкал/ч тепловой мощности. В статье рассмотрены основные типовые решения по энергоснабжению изолированных объектов и поселений. На примере международной арктической станции «Снежинка» и водородных полигонов МФТИ показаны варианты организации эффективного низкоуглеродного энергоснабжения изолированного объекта с применением водородных технологий накопления энергии. В статье также показаны технологии и инженерные решения, которые МФТИ разрабатывает и отрабатывает на своих водородных полигонах.
Ключевые слова: автономное энергоснабжение, водородные системы хранения энергии, водородная энергетика

Abstract. The article discusses the current state and problems of the energy complex for isolated facilities and settlements in the Arctic regions of Russia. To date, more than 300 thousand people live in isolated settlements in the Russian Arctic and the Far Eastern Federal District and there are more than 1 GW of installed electric and 200 Gcal/h of thermal capacity. The article discusses the main typical solutions for the energy supply of isolated objects and settlements. Using the example of the International Arctic station «Snowflake» and the MIPT hydrogen landfills, options for organizing efficient low-carbon energy supply to an isolated facility using hydrogen energy storage technologies are shown. The article also shows the technologies and engineering solutions that MIPT develops and fulfills at its hydrogen landfills.
Keywords: distributed energy supply, hydrogen storage systems, hydrogen energy.

Нетривиальным решением для систем теплоснабжения Арктики является использование геотермальных тепловых насосов с озерным коллектором

Проблема эффективного и экологичного энергоснабжения арктических территорий Российской Федерации является важной государственной задачей. На изолированных территориях живут миллионы россиян, а установленная мощность только электрогенерации превышает 1 ГВт [1]. По данным РЭА Минэнерго (неполным, так как работа по сбору и анализу информации все еще продолжается) в зоне децентрализованного электроснабжения в границах Дальневосточного федерального округа и Арктической зоны расположены 527 населенных пунктов с населением более 300 тыс. человек, а общая установленная электрическая мощность генерации электроэнергии и тепла составляет 1 ГВт (500 МВт в поселениях, 500 МВт – на предприятиях горнодобывающей промышленности) и 200 Гкал/ч соответственно [2].

В 2020 г. был принят Указ Президента Российской Федерации от 05.03.2020 г. № 164 «Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 г.», в котором среди приоритетных направлений развития арктических территорий обозначены повышение качества жизни населения и охрана окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации. Реализация этих направлений невозможна без развития в арктических регионах низкоуглеродной энергетики.

В настоящее время в мире реализуются крупные проекты по развитию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и произ-

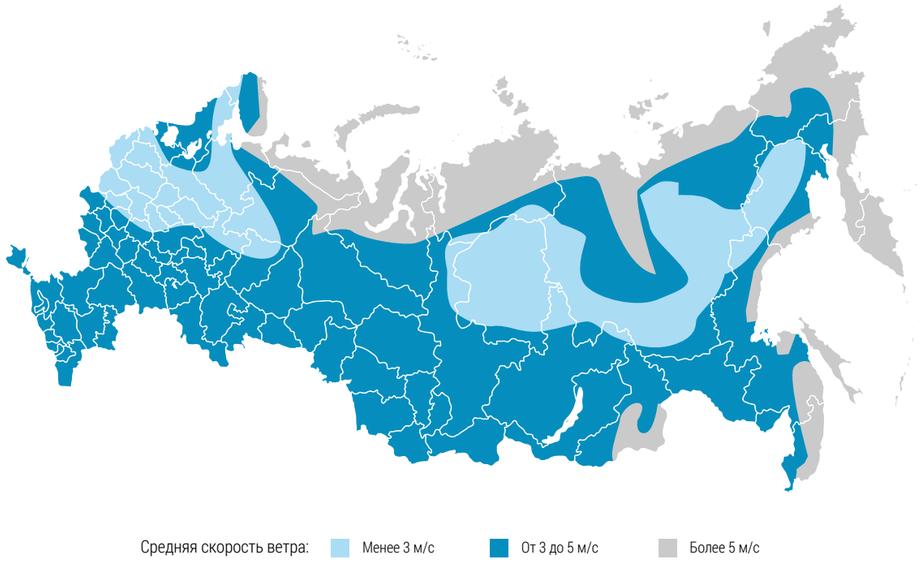


Рис. 1. Среднегодовая скорость ветра в России на высоте 50 м

Источник: [3]

водства с их помощью водорода, его транспортировки и использования в качестве топлива для различных видов транспорта; развивается производство «зеленого» углеводородного топлива и газификация жилого фонда. Сегодня водородная энергетика рассматривается как одно из ключевых направлений при реализации программ декарбонизации и достижения углеродной нейтральности – водород можно получать из низкоуглеродных источников и его использование в качестве энергоносителя не приводит к выбросам парниковых газов.

Важность использование низкоуглеродных технологий возобновляемой и водородной энергетики подчеркивается и в Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г., утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2021 г. № 3052-р.

При выборе низкоуглеродных решений для энергоснабжения изолированного объекта важным фактором является наличие в районе энергетического потенциала для использования тех или иных технологий

Основные низкоуглеродные технические решения по энергоснабжению изолированных объектов и поселений

При выборе низкоуглеродных решений для энергоснабжения изолированного объекта или поселения важным фактором является наличие в месте его расположения энергетического потенциала для использования тех или иных энергетических технологий. Например, если объект или поселение находятся на берегу реки или моря, то есть смысл рассмотреть использование энергии реки или моря (например, малые гидроэлектростанции, приливную энергетику при наличии створов, для более крупных объектов и поселений, таких как порты, можно смотреть плавучие атомные электростанции). В случае, если поселения достаточно далеки от воды, имеет смысл рассматривать решения на основе энергии ветра. Наиболее универсальными решениями по выработке энергии, на которых будет акцентировано внимание в данной статье, и являются солнечная и ветровая генерация.

На рис. 1 показано, что Арктическая зона Российской Федерации обладает значительным потенциал выработки электроэнергии. Поэтому, при отсутствии других технических возможностей использования энергии ВИЭ (например, гидроэнергетики) именно ветер целесообразно рассматривать в качестве базового источника низкоуглеродного энергоснабжения.

На рис. 2 показан потенциал солнечной энергетики. Видно, что в арктических широтах суммарная солнечная радиация значительно ниже, чем в южных регионах России (рис. 3), а количество солнечных дней меньше (рис. 2). В арктических регионах использовать солнечную генерацию для выработки электроэнергии и тепла целесообразно в летнее время, в то время как в зимние месяцы выработка солнечной энергии будет стремиться к нулю.

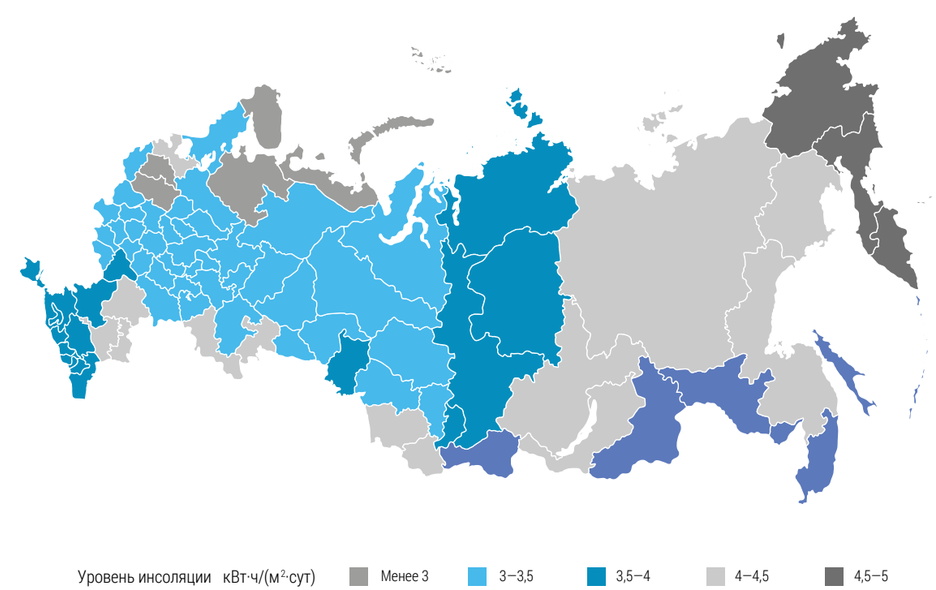
Некоторые технические решения, такие как солнечные коллекторы, позволяют сократить расход дизельного топлива только в летний сезон, когда отопительная нагрузка минимальна и основное тепло идет на нагрев воды для нужд горячего водоснабжения. Работающая на дизельном топливе котельная консервируется, а горячее водоснабжение осуществляется за счет возобновляемых источников энергии. Такие решения в арктической зоне успешно используются компаниями «АЛРОСА», «Сургутнефтегаз», «РЖД» и другие российские компании.

Некоторые решения, такие как солнечные коллекторы, позволяют сократить расход дизеля только в летний сезон, когда отопительная нагрузка минимальна и основное тепло идет на нагрев воды

Одним из самых нетривиальных решений для систем теплоснабжения арктической зоны в России является использование геотермальных тепловых насосов с озерным (в некоторых странах, таких как Великобритания и Норвегия – мор-

Рис. 2. Распределение суммарной солнечной радиации

Источник: [3]



Ключевое значение для формирования и развития отрасли водородной энергетики на территории России имеет создание конкурентоспособного российского оборудования для водородной энергетики

ским) коллектором. Подобные проекты реализованы в норвежском Драммене, шотландском Куинз Куэйе, планируются к реализации в финском Салмисаари [4, 5]. При таком подходе используется тепло незамерзающей части арктического водоема, далее при применении теплового насоса теплоноситель может быть нагрет до 50 °С (достаточно для обогрева помещений с помощью теплых полов) и выше.

Так как основной спрос на энергоресурсы в арктической зоне возникает в период отопительного сезона (от 240 дней в году в Сыктывкаре до круглогодичного цикла (в поселке Диксоне на полуострове Таймыр), для выравнивания спроса и предложения на энергию целесообразно рассматривать применение систем накопления энергии (СНЭ). Наиболее популярные СНЭ на базе литий-ионных накопителей обладают хорошей манёвренностью и способны сглаживать суточные неравномерности энергопотребления, но даже в комбинации с ветряными электростанциями не позволяют запасти энергию для успешного прохождения без применения дизельной генерации всего календарного года.

Применение проточных редокс батарей выглядит интересным решением, но пока что в России существует лишь в виде опытно-промышленных установок; например, проточная батарея ПАО «РусГидро» мощностью 10 кВт и емкостью 30 кВт·ч на полигоне компании на о. Русский [6].

В последнее время в качестве перспективного решения для запасания и хранения энергии рассматриваются водородные СНЭ, одним из российских разработчиков которых в контейнерном исполнении является МФТИ и которые подробнее рассмотрены в следующем разделе.

Автономное энергоснабжение изолированных арктических объектов также предусматривает развитие направления использования низкоуглеродного транспорта (вездеходы и БВС), для которых возобновляемая электроэнергия и низкоуглеродный водород также может быть источником энергии. Развитие электро- и водородного транспорта требует разработки и создания на изолированных территориях заправочной и зарядной инфраструктуры.

Водородные технологические решения МФТИ

Полярная станция «Снежинка». Полярная международная арктическая станция (МАС) «Снежинка» (рис. 4), строительство которой запланировано в Ямало-Ненецком округе, в 70 км севернее Салехарда, является одним из самых интересных изолированных объектов с точки зрения организации автономного энергоснабжения

Рис. 3. Технологические решения для изолированных объектов

Источник: [6, 7]

а) Редокс накопитель б) Литий–ионные батареи в) Водородная СНЭ

Рис. 4. 3D-модель МАС «Снежинка»

В марте 2023 г. проект получил положительное заключение Главгосэкспертизы [8], строительство станции планируется завершить в 2025 г.

МАС «Снежинки» создается как исследовательский комплекс для проведения за полярным кругом междисциплинарных прикладных научных исследований, экспериментов, натурных испытаний передовых разработок в области возобновляемой и водородной энергетики, телекома, новых образцов строительных технологий (в первую очередь в части мониторинга и термостабилизации вечномерзлых грунтов), робототехнических средств для сурового климата, медицинских арктических изделий, решений в области продовольственной безопасности.

Предполагается, что станция будет работать преимущественно на ВИЭ (дизельная электрогенерация также предусмотрена в качестве резервной). На территории станции будет работать ветровая и солнечная электростанции мощностью 1,1 МВт и 200 кВт соответственно, отопление комплекса планируется осуществлять с помощью тепловых насосов используя низкопотенциальное тепло соседнего озера.

Для того, чтобы минимизировать использование дизельного топлива, на станции будут установлены батареи литий-ионных аккумуляторов – для сглаживания кратко- и среднесрочных дисбалансов выработки и потребления электроэнергии, и водородная система накопления энергии (водородная СНЭ), задействовать которую планируется в периоды длительной нехватки выработанной из ВИЭ электроэнергии.

В состав водородной СНЭ входят модули генерации, хранения водорода и выработки из него энергии. Так, при получении водорода электролизом воды модуль генерации водорода состоит из блока водоподготовки, непосредственно электролизного блока и блока осушки водорода. При использовании в электролизерах

На Ямальском полигоне будут отрабатываться технологии производства H2 на электролизёрах с анионообменной мембраной и твердооксидных электролизерах, его хранение в металлогидридах и аммиаке

Проект Полярной международной арктической станции «Снежинка» *Источник: ekogradmoscow.ru*

жидкостного охлаждения появляется возможность использования выделяемого при электролизе тепла (до 2 кВт·ч на 1 м^3 произведенного водорода в зависимости от электролизера). Хранение водорода может осуществляться в компримированном, сжиженном или связанном состоянии (в виде аммиака с его последующим дегидрированием или в металлогидридных хранилищах). Газообразный водород возможно хранить как под давлением его выхода из блока осушки (обычно до 35 бар), так и при более высоком давлении вплоть до 350 бар и выше после дополнительного сжатия. Для получения из водорода электроэнергии и тепла применяются топливные элементы и водородные котлы соответственно. При применении топливных элементов с жидкостным охлаждением также появляется возможность использовать образующееся низкопотенциальное тепло (до 2 кВт·ч на 1 м^3 водорода) для нужд теплоснабжения.

В связи с инерционностью водородных СНЭ в их состав входит также литий-ионные накопители с соответствующими инверторами для балансирования энергии на коротких промежутках времени.

Водородные полигоны. Ключевое значение для формирования и развития отрасли водородной энергетики на территории Российской Федерации имеет создание конкурентоспособного российского оборудования для водородной энергетики, его тестирование, апробация и использование в российских проектах по производству водорода. С целью развития новых водородных технологий и инженерных решений в рамках федерального проекта «Чистая энергетика» МФТИ реализует проекты по созданию двух водородных полигонов: водородный полигон на базе МАС «Снежинка» (Ямальский полигон), и Центр водородного инжиниринга с опытным полигоном в Сахалинской области (Сахалинский полигон).

На Ямальском водородном полигоне будут отрабатываться технологии производства водорода на электролизёрах с анионообменной мембраной и твердооксидных электролизерах, хранения водорода в металлогидридах, аммиаке и в сжиженном виде, использование водорода для выработки тепла (каталитические и конвенциональные водородные котлы), электроэнергии (твердооксидные топливные элементы) и на транспорте (водородная АЗС, транспортные средства на водороде). Все технологии реализуются в контейнерном исполнении и вошли в новую редакцию сборника Минпромторга «Российские компетенции водородной промышленности» [9], готовящуюся к переизданию в 2023 г.

На Сахалинском водородном полигоне помимо создания тестовой инфраструктуры в Южно-Сахалинске планируется создание 4-х пилотных проектов на объектах реального сектора экономики области. С помощью водорода, производство которого будет осуществляться электролизом воды с использованием солнечной электроэнергии, будет осуществляться энергоснабжение вышек сотовой связи, на примере поселка Новиково будет отрабатываться применение автономных систем накопления энергии ВИЭ в водороде для энергоизолированных поселков и объектов. На площадке в Южно-Сахалинске планируется размещение водородной АЗС и заправка водородом городской коммунальной техники, на полигоне также будут апробироваться мобильные водородные энергостанции для полевых лагерей ликвидации последствий ЧС.

Выводы

Для автономного энергоснабжения изолированных объектов и поселений Арктического и Дальневосточного регионов МФТИ реализуется ряд проектов с использованием низкоуглеродных технологий на базе возобновляемых источников энергии и систем ее хранения. Это позволит снизить затраты на энергоснабжение за счет замены дорогого в логистике дизельного топлива на локальные энергоресурсы (прежде всего на солнечную и ветровую энергии), повысить надежность энергоснабжения (отсутствует транспортная составляющая), сократить негативное воздействие энергоснабжения объектов/поселений на окружающую среду.

Разрабатываемые МФТИ совместно с индустриальными и научными партнерами инженерные решения в арктическом контейнерном исполнении позволяют апробировать передовые технологии и подходы надежного низкоуглеродного энергоснабжения с применением водородных СНЭ. В дальнейшем разработанные технические решения как по отдельности, так и в составе энергосистем, могут успешно тиражироваться для других объектов и поселений Арктического региона РФ.

СНЭ на водороде
Источник: energy.sandia.gov

Использованные источники

1. *Объекты генерации в изолированных и труднодоступных территориях в России. Аналитический доклад АЦ при Правительстве РФ, 2020 г. – URL: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/analitika/%D0 %B3 %D0 %B5 %D0 %BD%D0 %B5 %D1 %80 %D0 %B0 %D1 %86 %D0 %B8 %D0 %B8_%D0 %B2_%D0 %98 %D0 %A2 %D0 %A2.pdf*
2. *Интернет-сайт РЭА Минэнерго. – URL: https://rosenergo.gov.ru/press-center/news/dalniy-vostok-i-regiony-arktiki-poluchat-investitsionnuyu-kartu-obektov-promyshlennoy-raspredelennoy/*
3. *Зимин Р. Ю., Кучин В. И. Альтернативная энергетика для повышения эффективности разработки нефтегазовых месторождений // Neftegaz.RU. № 11, 2020. – URL: https://magazine.neftegaz.ru/articles/arktika/639046-alternativnaya-energetika-dlya-povysheniya-effektivnosti-razrabotki-neftegazovykh-mestorozhdeniy-/*
4. *Интернет-сайт компании Star Refrigeration. – URL: https://www.star-ref.co.uk/case-studies/industrial-heating/queens-quay/*
5. *The € 400m seawater heat recovery project in Finland // Интернет–издание Industry Europe. 2022 г. – URL: https://industryeurope.com/sectors/energy-utilities/the-400m-seawater-heat-recovery-project-in-finland/*
6. *ГК «ИнЭнерджи». – URL: https://inenergy.ru/projects/#rec530853110.*
7. *Карасевич В. А. Основы водородной энергетики: Учебное пособие //*
8. *Издательство РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина. 2023. С. 72. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=53975845*
9. *Интернет-сайт Главгосэкспертизы. – URL: https://gge.ru/press-center/news/snezhinka-vykhodit-na-start-glavgoseksperti za-odobrila-proekt-mezhdunarodnoy-arkticheskoy-stantsii/*
10. *Российские компетенции водородной промышленности. Сборник Минпромторга. – URL: https://minpromtorg.gov.ru/docs/5d77b582–6423–40b9-b33f-406f50994aba*

УДК 332.14 DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_70 EDN: PRZINP

О создании фонда развития локальных энергосистем

On the creation of a fund for the development of local energy system

Максим ГУБАНОВ
Руководитель направления по энергетике и ЖКХ АО «Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики», к. т. н.
E-mail: m.gubanov@erdc.ru

Maxim GUBANOV
Head of Energy and Housing Department of JSC «Corporation for the Development of the Far East and the Arctic»
E-mail: m.gubanov@erdc.ru

Виолетта КИУШКИНА
Руководитель департамента энергетической безопасности и инфраструктуры ТЭК ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, д. т. н., доцент
E-mail: Kiushkina@rosenergo.gov.ru

Violetta KIUSHKINA
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Energy Security and Infrastructure of the Fuel and Energy Complex of the Russian Energy Agency
E-mail: Kiushkina@rosenergo.gov.ru

Анатолий ШИРОКОВ
Заместитель председателя Комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера, д. и. н., профессор
E-mail: AIShirokov@senat.gov.ru

Anatoly SHIROKOV
Doctor of Historical Sciences, Professor, Deputy Chairman of the Federation Council Committee on Federal Structure, Regional Policy, Local Self-Government and Northern Affairs
E-mail: AIShirokov@senat.gov.ru

Воркута *Источник: evdoha / depositphotos.com*

Аннотация. Вопросы создания действенных механизмов государственной поддержки развития распределённой генерации в удалённых и изолированных районах обсуждаются в профессиональном сообществе с переходом к рыночной экономике. Есть целый ряд актуальных поручений на самом высшем уровне государственного управления, но их исполнение до настоящего времени не привело к появлению понятных и прозрачных инструментов государственного финансирования инвестиционных проектов локальной энергетики. Авторы статьи предлагают реализовать проработанное и компромиссное решение по созданию государственного фонда развития локальных энергосистем.
Ключевые слова: распределённая генерация, локальная энергосистема, удалённые и изолированные районы, привлечение инвестиций, фонд развития, государственная поддержка и система управления.

Abstract. The issues of creating effective mechanisms for state support for the development of distributed generation in remote and isolated areas are discussed in the professional community with the transition to a market economy. There are a number of relevant instructions at the highest level of government, but their implementation has not yet led to the emergence of understandable and transparent tools for state financing of investment projects in local energy. The authors of the article propose to implement a well-developed and compromise solution to create a state fund for the development of local energy systems.
Keywords: distributed generation, local energy system, remote and isolated areas, attraction of investments, development fund, state support and management system.

Создание фонда гармонично встраивается в действующую систему государственного управления и является рациональным решением государственных задач

В 2018 г. Президентом Российской Федерации была поставлена задача «гарантированного обеспечения доступной электроэнергией, в том числе за счёт развития распределённой генерации и на основе возобновляемых источников энергии, в первую очередь в удалённых и изолированных энергорайонах» [1].

Несмотря на широкое употребление в отраслевой среде термина «распределенная генерация», отсутствие нормативного определения длительное время не позволяет выделить фокус её развития на государственном уровне.

При этом в бизнесе это направление давно и активно развивается, в первую очередь, благодаря постоянному совершенствованию технологий производства электрической и тепловой энергии из территориально доступных энергетических ресурсов, включая доступ к газотранспортной системе. Развитие рынка электроэнергии, повышение её стоимости для потребителей и появление механизмов поддержки отдельных технологий, в первую очередь на основе возобновляемых источников энергии, стало дополнительным стимулом появления объектов распределённой генерации в рамках единой энергосистемы, что воспринимается в качестве угрозы её распада [2].

Стоит обратить особое внимание на определение «удаленные и изолированные энергорайоны», которое устанавливает приоритетное направление для поддержки технологий распределённой генерации на государственном уровне, чтобы деятельность профильных органов власти не приводила к уходу потребителей от централизованной энергосистемы в островной режим, а создавала рациональную

Город Норильск

Источник: zastavkin / depositphotos.com

альтернативу развитию электросетевой инфраструктуры на неосвоенных территориях. Преимущественно они расположены на Дальнем Востоке, в Арктике и других районах Крайнего Севера.

Ориентируясь на отраслевое законодательство, правильно называть распределённую генерацию в удалённых и изолированных энергорайонах объектами по производству электрической энергии, которые не имеют технологических связей с Единой энергетической системой России, технологически изолированы и присоединение которых указанным электроэнергетическим системам не планируется [3]. С учётом этой формулировки возможно определить нашу целевую группу в качестве локальной (местной, не выходящий за определенные пределы [4]) генерации. Принципиально важно, что эти объекты работают в островном режиме на выделенную нагрузку и являются единственным источником генерации, хотя за редким исключением их может быть несколько, включая резервные.

Основной проблемой для реализации новых добывающих проектов является отсутствие гарантированного источника энергии, высокие капитальные затраты и экономически необоснованные энерготарифы

Второе необходимое понятие для нашей статьи, основанное на правилах устройства электроустановок, «система локального энергоснабжения» (локальная энергосистема) – совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединенных между собой, обладающих общим режимом работы и управления в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии [5]. Особенно подчеркиваем взаимосвязь электрической и тепловой энергии, являющихся производными от первичных источников энергии, которые в общем виде могут быть органическими (углеводороды) или возобновляемыми, включая атомную энергию. Первая группа может быть территориально доступными (локальными) энергоресурсами, например, уголь, газ, торф, или доставляться «северным завозом», как дизель, мазут, СПГ и уголь.

Важным моментом является законодательное отнесение сферы обращения электрической энергии в локальных энергосистемах к розничным рынкам электроэнергии, при этом фактически электроэнергия отпускается исключительно по установленным или согласованным тарифам, а само существование конкурентного ценообразования технологически не представляется возможным. Поэтому целесообразнее относить их к сфере регулируемого ценообразования, где цены регулируются государством или непосредственным поставщиком.

Также важно сказать о потребителях электрической и тепловой энергии в удалённых и изолированных районах. Они представляют собой население и приравненных к нему потребителей, бюджетные организации, предприятия, относящиеся к организациям ТЭК и ЖКХ, а также промышленность, в основном, связанную с добычей полезных ископаемых. Их ключевое отличие заключается в том, что для первых отпускные тарифы регулируются государством и поддерживаются на уровне среднероссийских вне зависимости от территории проживания, а для последней – не регулируются со стороны государства и оплачиваются по себестоимости. При этом есть исключение для отдельных категорий потребителей, в отношении которых на территориях Дальневосточного федерального округа осуществляется доведение цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность) до базовых уровней [6].

В условиях разнонаправленных интересов сложно консолидировать позиции и предложить решение, которое бы удовлетворяло интересы всех сторон, чтобы вовлечь их в длительный процесс реализации

Объединение этих потребителей позволяет выделить три основные группы: предприятия по добыче углеводородов, предприятия горнодобывающей промышленности и населённые пункты. Им соответствуют следующие действующие основные источники локального энергоснабжения: газотурбинные и газопоршневые электростанции, дизельные и мазутные

«Норильский никель»

Источник: Hugo1313 / depositphotos.com

Государственный фонд является малоизвестным инструментом поддержки для российской электроэнергетики, которая финансируется за счет потребителей и на коммерческих банковских условиях

электростанции единичной мощностью более 1000 кВт, дизельные электростанции единичной мощностью установки до 1000 кВт (рис. 1).

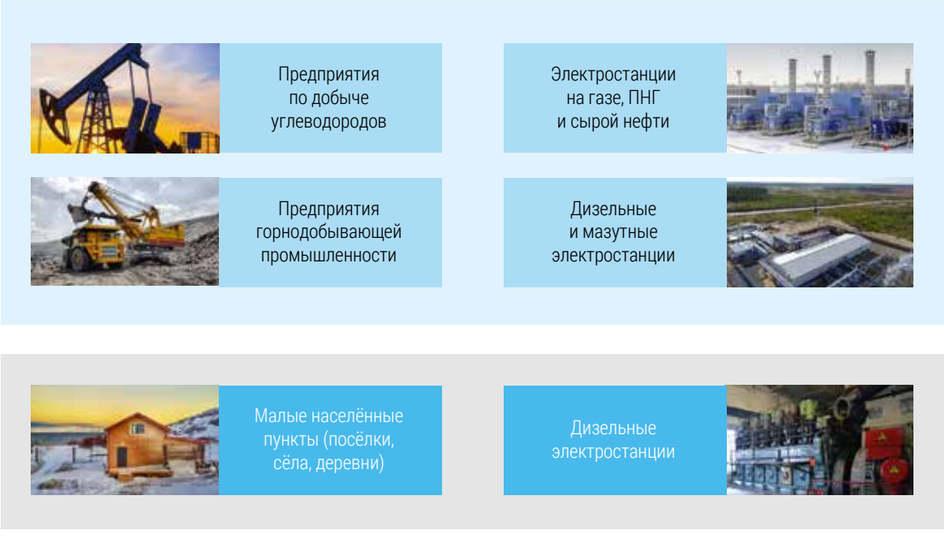
Предприятия первой группы представляют собой крупнейшие нефтегазовые компании, отличаются высоким финансовым ресурсом и наличием доступного сырья, которые в совокупности позволяют без государственной поддержки обеспечить энергоснабжение собственных производственных мощностей традиционными технологиями тепловой генерации. Совокупная мощность электростанций на месторождениях превышает несколько ГВт. При этом многие компании в последнее время встречаются с трудностями сервисного обслуживания и рассматривают возможности привлечения частных инвесторов для реализации проектов локального энергоснабжения своих месторождений, в том числе на основе альтернативных источников энергии.

Вторая группа включает более 50 горнодобывающих предприятий с совокупной долей дизельной электрогенерации более 500 МВт и тепловой генерации более 200 Гкал/ч. Предприятия осуществляют деятельность в сфере добычи драгоценных камней и металлов.

Отдельным вопросом является наличие большого объема неразрабатываемых месторождений и ресурсов золота, лития, меди, вольфрама, олово, свинца, цинка и других металлов. Основной проблемой для реализации этих проектов является отсутствие гарантированного источника энергии, высокие капитальные затраты и экономически необоснованные тарифы новых локальных энергоцентров, а также ограниченный доступ к современным энергетическим технологиям.

Третья группа является самой многочисленной. Она включает 527 населённых пунктов только в границах ДФО и АЗРФ, в которых совокупная мощность дизельных электростанций составляет более 800 МВт, котельных – более 2000 Гкал/ч (рис. 2). Объекты характеризуются высоким физическим и моральным износом, а также удельным расходом топлива, поэтому представляют наибольший потенциал для внедрения современных технологий локальной генерации. К основной проблематике реализации инвестиционных проектов стоит отнести субсидированные цены на энергоресурсы, низкую инвестиционную привлекательность и отсутствие действенных механизмов государственной поддержки для частного бизнеса.

Рис. 1. Потребители и источники локального электроснабжения



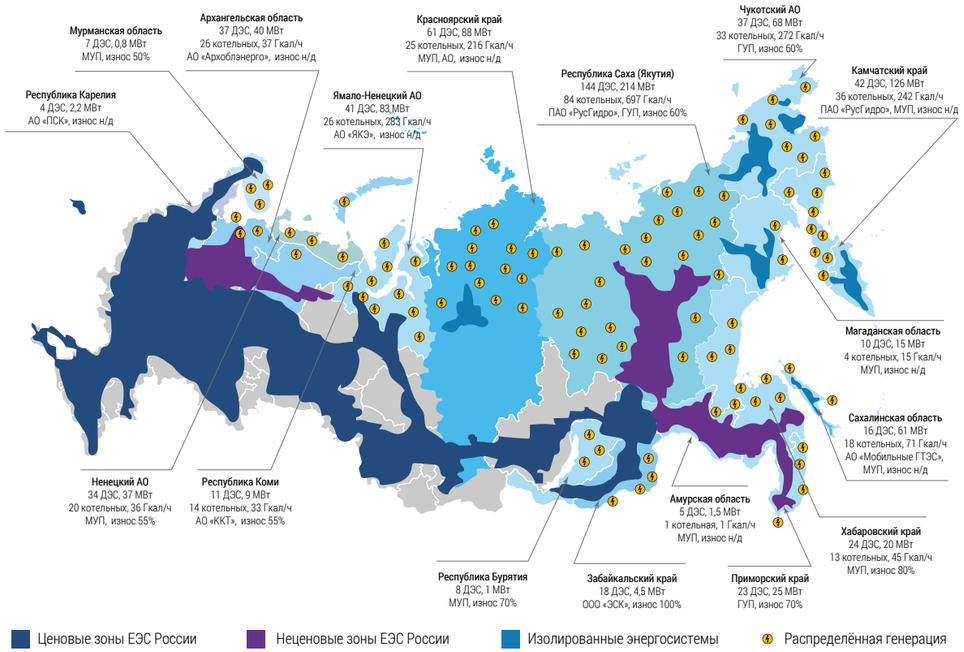


Рис. 2. Локальная генерация в населенных пунктах ДФО и АЗРФ

Источник: запрос в регионы от АО «КРДВ» и ФГБУ «РЭА» Минэнерго России

Решение государственной задачи по развитию локальной генерации начали активно обсуждать в профессиональном сообществе, ожидая раскрытие высокого инвестиционного и инновационного потенциала, при этом каждый участник видел ее постановку и результат по-разному.

Если консолидировать позиции по основным интересантам, то можно выделить следующие:

- энергетические компании (ресурсоснабжающие организации): появление дополнительных источников реализации собственных инвестиционных программ;
- региональные власти: появление источников федерального финансирования для снижения бюджетной нагрузки на субсидирование локальной энергетики;
- инвесторы: появления проектов для участия с понятными механизмами гарантированного возврата инвестиций и мерами государственной поддержки;
- научные и общественные организации: повышение качества энергоснабжения потребителей, повышение экономической эффективности локальных энергосистем, развитие и внедрение инновационных технологий;
- федеральные власти: оптимизация расходов на перекрестное субсидирование локальной генерации за счет повышения эффективности и внедрения новых технологий.

В условиях разнонаправленных интересов сложно консолидировать позиции и предложить решение, которое бы удовлетворяло интересы всех сторон, чтобы позднее вовлечь их в сложный и длительный процесс реализации. Такая попытка

была сделана различными наиболее вовлеченными и заинтересованными участниками из каждой вышеуказанных групп в виде различных концепций и проектов отдельных нормативных актов. Ни одна из попыток в итоге не получила поддержки оппонентов и не была реализована.

Именно поэтому для выработки оптимального решения авторам было важно находиться вне указанных групп, но со всеми взаимодействовать, а само решение должно было стать компромиссным и преследовать государственные интересы.

Эту функцию на себя взял государственный институт развития макрорегиона в лице АНО «Агентство Дальнего

Хоседаюское месторождение
Источник: mk-nao.ru

Востока по привлечению инвестиций и поддержке экспорта», позднее вошедший в состав АО «Корпорация развития Дальнего Востока и Арктики». Определив для себя цель в виде привлечения частных инвестиций в самую инвестиционно-непривлекательную сферу локальной генерации, связанную с модернизацией неэффективных дизельных, мазутных и угольных электростанций и котельных в населённых пунктах, корпорацией была разработана концепция [7], которая объединила в себе предложения всех заинтересованных сторон и предлагала системный подход. Ключевое положение концепции заключалось в рассмотрении объектов локальной генерации в качестве объектов коммунального хозяйства и создании аналогичных принципов государственной поддержки, уже реализованных на базе ГК «Фонд содействия реформированию ЖКХ», а именно:

1) обеспечение долгосрочного планирования инвестиций в локальную генерацию в рамках разработки схемы и программы развития локальных энергосистем со стороны региональных и муниципальных органов власти;
2) заключение между регионом и инвестором долгосрочного соглашения об осуществлении инвестиционной деятельности на принципах государственно-частного партнерства;
3) определение гарантированного механизма возврата инвестиций в условиях тарифного регулирования, позволяющего обеспечить комплексную модернизацию локальной энергосистемы, включая взаимосвязанные вопросы электро-, теплоснабжения и повышения энергетической эффективности на стороне потребителя;
4) меры государственной поддержки в виде капитальных грантов и льготного финансирования конкретных инвестиционных проектов.

Концепция проходила последовательное открытое обсуждение с приглашением всех заинтересованных участников и получила широкую поддержку со стороны инвесторов, энергетических компаний, органов власти, научного сообщества и институтов развития.

Следующим этапом стало создание на её основе дорожной карты, которая предполагала участие федеральных органов исполнительной власти для дополнения нормативной правовой базы в части перспективного планирования, совершенствования механизмов возврата инвестиций, появления источника государственного финансирования и расширения полномочий ГК «Фонд содействия реформированию ЖКХ» на объекты локальной генерации.

Документ также был поддержан со стороны профессионального сообщества, включая рекомендации профильных комитетов Государственной думы и Совета Федерации, при этом его дальнейшая реализация со стороны органов исполнительной власти потребовала определения ответственного структурного подразделения в системе государственного управления топливно-энергетическим комплексом и жилищно-коммунальным хозяйством, которое в настоящее время фактически отсутствует.

Именно этой структурой, необходимой для реализации государственной энергетической политики в удалённых и изолированных районах, и предлагается сделать целевой фонд развития локальных энергосистем. Подробное объяснение институциональной причины, по которой возникло

Рис. 3. Продвижение инициативы создания фонда развития локальных энергосистем

предложение создать новый отраслевой институт развития было ранее подробно описано [8] и здесь приводиться не будет, но важно, что эта инициатива встретила самую широкую поддержку среди участников обсуждения, так как предполагает реальный компромисс. Формирование и продвижение этой инициативы в общей сложности заняло 3 года (рис. 3) и предполагало появление стратегического документа на высшем уровне государственного управления в виде отдельного поручения Президента Российской Федерации по итогам VII Восточного экономического форума [9].

По итогам состоявшейся президентской сессии по энергетике в рамках ВЭФ-2022 Правительству Российской Федерации было поручено при участии государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ» и ПАО «РусГидро» разработать программу модернизации объектов локальной генерации технологически изолированных территориальных электроэнергетических систем, расположенных в Дальневосточном федеральном округе, определив источники ее финансирования [10].

Соответствующая программа была разработана по отдельному поручению Правительства РФ еще в 2021 г. Она предполагала государственную поддержку энергосервисных компаний, реализующих инвестиционные проекты по модернизации локальной генерации ПАО «РусГидро», с возможностью распространения этой модели на все регионы Дальнего Востока и Арктики, но нуждалась в выделении льготного финансирования [11]. Вместе с тем, сами энергосервисные договоры, построенные на принципах «бизнес для бизнеса», и особенности получения льготного кредитования в «ВЭБ.РФ» не позволяют реализовать это поручение в рамках действующей фабрики проектного финансирования. А точнее, могут быть профинансированы отдельные группы инвестиционных

Руководство фонда взаимодействует со всеми заинтересованными сторонами, включая региональные власти, ресурсоснабжающие организации, частных инвесторов, банки, производителей оборудования

проектов, но это не является системным решением вопроса привлечения инвестиций в сферу локальной генерации.

Именно поэтому в рамках исполнения этого поручения АО «КРДВ» было повторно предложено вернуться к идее создания целевого фонда развития локальных энергосистем [12,13]. Соответствующая инициатива прошла детальное обсуждение на площадках профильных комитетов Государственной думы, Совета Федерации и Общественной палаты Российской Федерации, а также крупнейших форумов и конференций [14–18], поэтому можно с уверенностью сказать, что она является консолидированной позицией профессионального сообщества. Вопрос только в ее дальнейшей формализации и последовательной реализации.

Именно этому посвящена вторая часть настоящей статьи, которая описывает видение ключевых вопросов создания новой институции для электроэнергетики в виде фонда развития локальных энергосистем: как должна быть организована работа фонда, каковы механизмы его работы, какие источники его финансирования и нормативная правовая основа.

Государственный фонд является неизвестным инструментом поддержки для российской электроэнергетики, которая финансируется исключительно за счет потребителей и на коммерческих банковских условиях. Модель деятельности фонда основана на наиболее близких по характеру ППК «Фонд развития территорий» и ППК «Российский экологический оператор».

Цель определена в виде содействия гарантированному обеспечению энергией в удалённых и изолированных районах Российской Федерации за счет развития локальных энергосистем, в том числе на основе инновационных технологий. Задачи фонда включают:

- участие в координации деятельности органов власти по разработке и реализации программ развития локальных энергосистем субъектов Российской Федерации и осуществление их экспертизы;
- подготовку предложений по совершенствованию законодательства в области функционирования и развития локальных энергосистем;
- разработку программ государственной поддержки частных инвесторов и стандартов их реализации;
- организацию и осуществление финансирования инвестиционных проектов, предоставление гарантий (поручительств), эмиссия облигаций и приобретение ценных бумаг;
- информационно-аналитическую работу.

Структура управления фондом (рис. 4) должна предусматривать участие в его наблюдательном совете представителей профильных ФОИВов в лице Минэнерго, Минстроя и Минвостокразвития России, который в виде правительственной комиссии сможет принимать решение о государственной поддержке конкретных инвестиционных проектов (по аналогии с правительственной комиссией по региональному развитию).

Буровая вышка Новопортовского месторождения, ЯНАО
Источник: «Газпром»

Рис. 4. Структура управления и деятельности фонда

Руководство фонда взаимодействует со всеми заинтересованными сторонами, включая региональные органы власти, ресурсоснабжающие организации, частных инвесторов, банки, производителей оборудования и научное сообщество, и обеспечивает реализацию трех ключевых функций: разработку проектов НПА и корпоративных стандартов, регулирующих деятельность фонда, структурирование инвестиционных проектов с государственным финансированием и информационно-аналитическую работу.

Во-первых, фонд появится в полном отсутствии нормативного регулирования, поэтому потребуется внести его в систему действующих нормативно-правовых актов, а именно в Федеральный закон «Об электроэнергетике». Стоит отметить, что деятельность ППК «ФРТ» определена отдельным федеральным законом, а ППК «РЭО» постановлением Правительства РФ с определением в Федеральном законе «Об отходах производства и потребления».

Необходимо дополнение действующей системы перспективного планирования в электроэнергетике, которое учтёт появление документа в виде схемы и программы развития локальных энергосистем на уровне субъектов Российской Федерации. Далее потребуется выход отдельного постановления Правительства РФ, которое опишет содержательное наполнение этого документа и обеспечит синхронизацию с программами газификации, программами развития коммунальной инфраструктуры, схемами теплоснабжения и другими документами отраслевого и территориального планирования.

Фонд позволит запустить рыночные механизмы финансирования проектов развития локальных энергосистем через государственную поддержку и создать коробочные решения для коммерческих банков

Фонд позволит запустить рыночные механизмы финансирования проектов развития локальных энергосистем через государственную поддержку и создать коробочные решения для коммерческих банков, активно финансирующих проекты в сфере ЖКХ. При этом ключевая роль в их реализации была и остается у субъектов РФ, которые обеспечивают формирование инвестиционных потребностей, конкуренцию при выборе инвестора и гарантии возврата инвестиций. Тем более, что проекты локальной генерации, где особенно высокий потенциал внедрения ВИЭ, могут быть коммерчески привлекательными без прямого федерального участия, получение которое будет иметь заявительный характер.

Сам механизм возврата инвестиций требует дополнительной нормативной проработки. В концепции для модернизации действующих дизельных электростанций в населённых пунктах было предложено использование договора купли-продажи, поставки, передачи энергетических ресурсов, включающего в себя условия энергосервисного договора [19] (интегрированный энергетический контракт) как некоторой идеальной модели для обеспечения комплексной модернизации при одновременной оптимизации совокупных затрат на локальное энергоснабжение. Соответствующая идея имеет глубокое научное обоснование и поддерживается многими отраслевыми экспертами [20, 21], при этом необходимо её закрепление в виде отдельного нормативного акта и адаптация к практическому использованию наряду с действующими механизмами возврата инвестиций.

Требуют уточнения модели государственно-частного партнерства, которые

Создание фонда на первом этапе подразумевает глубокую нормативную проработку его деятельности. Эта работа обеспечит правила получения дальнейшей государственной поддержки

Алюминиевое месторождение «Красная шапочка», г. Североуральск
Источник: quist.pro

позволят учесть исторически сложившуюся структуру и особенности управления локальным энергетическим хозяйством в каждом из регионов и позволят обеспечить государственную поддержку в том числе эффективных собственников. Рассматриваются концессионное соглашение, ГЧП, регуляторное соглашение, офсетный контракт и другие возможные формы гарантии исполнения взаимных обязательств со стороны государства и бизнеса.

Также потребуется разработка внутренних регламентов и стандартов деятельности самого фонда, которые будут основой для дальнейшей экспертизы и структурированию проектов с государственным финансированием.

Таким образом, создание фонда на первом этапе подразумевает глубокую нормативную проработку его деятельности. Эта работа обеспечит правила получения дальнейшей государственной поддержки, обеспечит появление потока потенциальных инвестиционных проектов и снизит риски размывания ответственности между заинтересованными сторонами при осуществлении государственного финансирования. Базовые принципы необходимых нормативных изменений были заложены в концепции и требуют актуализации с учетом действующих и разрабатываемых НПА.

Во-вторых, потенциальные инвестиционные проекты с государственным финансированием требуют качественной технологической и финансовой экспертизы. Первая должна включать соответствие принятых решений наилучшим доступным технологиям локального энергоснабжения и заявленному экономическому эффекту от их применения. Её проведение требует экспертных отраслевых знаний и активного взаимодействия с научными организациями, производителями оборудования и инновационными предприятиями, поэтому она должна иметь серьезную научно-исследовательскую базу, которая, например, в настоящее время формируется в НИЦ ПАО «РусГидро» на о. Русский. Её задачей может быть доведение отечественных инноваций до практического применения в рамках государственной политики достижения технологического суверенитета, а также сопровождение российского экспорта готовых решений в дружественные государства Азии, Африки и Океании в рамках развития международного сотрудничества.

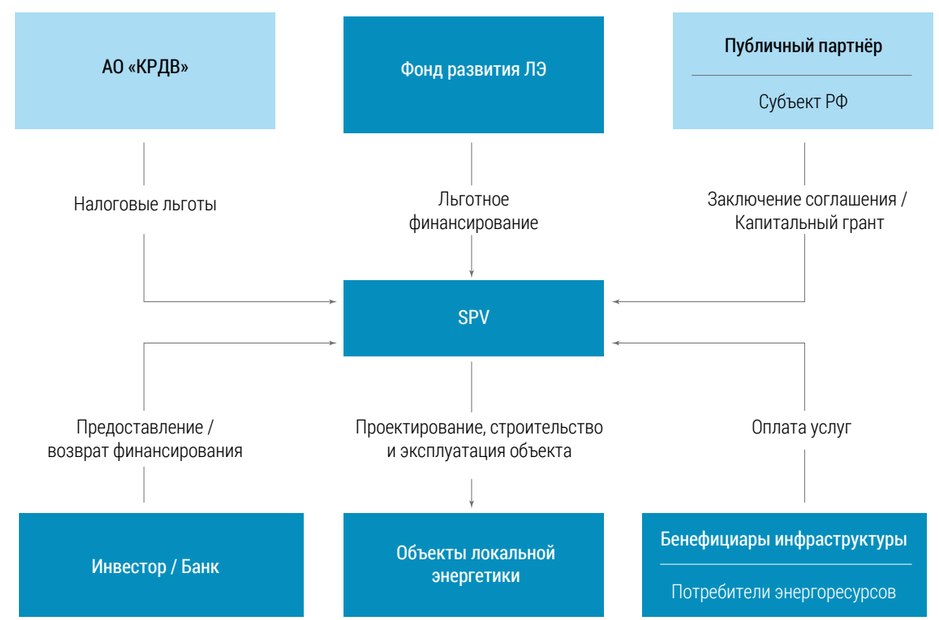
Вторая функция фонда – непосредственный анализ финансовых моделей и структурирование сделок с участием федерального финансирования и других возможных мер поддержки для обеспечения приемлемого уровня доходности

Функция фонда – анализ финансовых моделей и структурирование сделок с участием федерального финансирования для обеспечения приемлемого уровня доходности по инвестпроектам в 12–14 %

по инвестиционным проектам в 12–14 %. Соответствующий функционал был реализован на базе АО «КРДВ» в рамках инвестиционных проектов ООО «Арктик Пауэр Кэпитал» по модернизации 5 ДЭС в Республике Саха (Якутия) и ООО «Генерация» по строительству котельной в Забайкальском крае [12]. При этом масштаб деятельности нуждается в систематизации подходов и может быть обеспечен при участии ГК «ВЭБ.РФ».

Третьей функцией фонда является информационно-аналитическая работа, которая представляет собой анализ реализации инвестиционных проектов локальной

Рис. 5. Модель льготного финансирования



энергетики, соответствующих социально-экономических эффектов, работу с регионами и компаниями, в том числе в других отраслях экономики, участие в освещении деятельности фонда в рамках публичных мероприятий.

Появление новых производств и поселений в удалённых и изолированных районах неразрывно связано с наличием источника гарантированного энергоснабжения, поэтому деятельность фонда может стимулировать создание новых центров экономического роста и освоения удалённых территорий.

В настоящее время эту работу активно проводит АО «КРДВ» при поддержке ФГБУ «РЭА» Минэнерго России и НП «Горнопромышленники России» в рамках разработки инвестиционной карты объектов локальной генерации [22] и привлечения инвестиций на Дальний Восток и в Арктику. Освоение инвестиционного и инновационного потенциала этой сферы значительно шире. Это должно стать отдельным федеральным проектом.

В качестве источников наполнения фонда могут служить средства федерального бюджета или фонда национального благосостояния, тарифные отчисления «Дальневосточной надбавки», привлеченные средства с рынка ценных бумаг от размещения облигаций фонда, в том числе «зелёных», а также налоговые льготы для филиалов крупных энергетических компаний, реализующих инвестиционные проекты электроэнергетики в ДФО и АЗРФ. Размер фонда может составить порядка 3 млрд руб. в год, а основным инструментом финансовой поддержки должен стать льготный заем по ставке 3–5 % на срок до 15 лет и сумму до 80 % капитальных вложений. При этом условия выделения кредита должны соответствовать целевым проектам комплексной модернизации локальных энергосистем и обеспечивать равные возможности для заинтересованных энергосервисных компаний, частных ресурсоснабжающих организаций и унитарных предприятий (рис. 5).

Описанное наполнение и функционал фонда развития локальных энергосистем представляет собой концептуальный подход для дальнейшей более глубокой проработки при участии всех заинтересованных сторон, но является достаточным обоснованием для принятия принципиального решения о реализации этой инициативы. Создание фонда гармонично встраивается в действующую систему государственного управления и представляет собой рациональное решение насущной государственной задачи, поставленной Президентом Российской Федерации. Авторы настоящей статьи ожидают, что соответствующая тематика будет обсуждаться на полях грядущего VIII Восточного экономического форума и получит поддержку со стороны участников дискуссии.

Новопортовское нефтяное месторождение, ЯНАО

Источник: «Газпром»

Использованные источники

1. *Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (п. 15, в).*
2. *Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03.04.2013 г. № 511-р «Об утверждении Стратегии развития электросетевого комплекса России».*
3. *Федеральный закон от 26.03.2003 г. № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (статья 6.1.).*
4. *Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка. – 4-е изд. – М., 1997.*
5. *Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 1999-2005.*
6. *Постановление Правительства РФ от 26.11.2021 г. № 2062 «О критериях определения потребителей электрической энергии (мощности), не относящихся к населению и приравненным к нему категориям потребителей, в отношении которых на территориях Дальневосточного федерального округа осуществляется доведение цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность) до планируемых на следующий период регулирования базовых уровней цен (тарифов) на электрическую энергию (мощность)».*
7. *Губанов М.М. Концепция привлечения частных инвестиций в развитие распределенной генерации, в том числе на основе ВИЭ, в удаленных и изолированных районах Дальнего Востока и Арктики. Энергетический семинар Института народнохозяйственного прогнозирования РАН. Заседание № 203. 15 ноября 2020 г. – URL: https://ecfor.ru/publication/chastnyh-investitsii-v-raspredelennuyu-generatsiyu/*
8. *Селезнёв В.С., Губанов М.М., Потёмкин В.В. Развитие распределенной генерации на Дальнем Востоке и в Арктике // Энергетическая политика. №7(173), 2022.*
9. *Губанов М.М. О развитии распределенной генерации в удаленных и изолированных районах Дальнего Востока и Арктики // Региональная энергетика и энергосбережение. 04/2022.*
10. *Перечень поручений Президента Российской Федерации по итогам Восточного экономического форума 5-8 сентября 2022 года от 19.10.2022 г. № Пр-1991 (п. 6, г).*
11. *Смертина П. Генерация Дальнего Востока ищет инвестора // Коммерсант от 14.06.2023.*
12. *Губанов М.М. Развитие распределенной генерации в удаленных и изолированных районах Дальнего Востока и Арктики // Региональная энергетика и энергосбережение. 01/2023.*
13. *Губанов М.М. Для развития распределенной генерации нужно создать отдельную структуру // Энергетика и промышленность России. № 3-4 (455-456), 2023.*
14. *Выездное заседание Комитета Государственной Думы ФС РФ по энергетике // Региональная энергетика и энергосбережение, 02/2023.*
15. *Рекомендации «круглого стола» Комитета Государственной Думы по энергетике на тему «Вопросы законодательного обеспечения развития распределённой энергетики в изолированных и труднодоступных территориях», утверждены решением от 24.05.2023 г. № 3.25-5/75.*
16. *Рекомендации «круглого стола» Комитета Совета Федерации по экономической политике на тему «Энергетическая безопасность Дальнего Востока и Арктики», утверждены от 03.02.2023 г. № 3.6-09-399.*
17. *Протокол совещания рабочей группы по вопросам энергетики, инфраструктуры и экологии Совета по вопросам развития Дальнего Востока, Арктики и Антарктики при Совете Федерации ФС РФ на тему: «Привлечение инвестиций для обеспечения энергетической безопасности промышленных потребителей Дальнего Востока и Арктики» от 28.07.2023 г. № 3.2-18-3011.*
18. *Резолюция Форума «Горнодобывающая промышленность: инвестиционные проекты и меры поддержки» 2023. Письмо РСПП от 02.06.2023 г. № 873/07.*
19. *Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (статья 20).*
20. *Башмаков И. А. и др. Низкоуглеродные решения для изолированных регионов России с высокими затратами на энергию // НИР ЦЭНЭФ. Март, 2017.*
21. *Бердников Р.Н., Холкин Д.В., Чаусов И.С. Оптимизация систем энергоснабжения удаленных и изолированных территорий за счет управления энергетической гибкостью // Энергетическая политика. №1(179), 2023.*
22. *Инвестиционная карта АО «КРДВ». – URL: https://map.investmap.info/#/map.*

УДК 338+339 DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_84 EDN: WNCCMQ

Анализ энергопотребления ведущих стран накануне глобальных изменений современного мира

The analysis of energy consumption of leading countries on the eve of global changes in the contemporary world

Виктор АБРАМОВ
Профессор, д. э. н.,
Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
E-mail: viabramov@mephi.ru

Victor ABRAMOV
Doctor of Economics, Professor,
National Research Nuclear University MEPhI
E-mail: viabramov@mephi.ru

Игорь АБРАМОВ
Аспирант, Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
E-mail: viabramov@mephi.ru

Igor ABRAMOV
PhD student,
National Research Nuclear University MEPhI
E-mail: viabramov@mephi.ru

Александр ПУТИЛОВ
Декан факультета, профессор, д. т. н.,
Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ
E-mail: avputilov@mephi.ru

Alexander PUTILOV
Doctor of Technical Sciences,
Dean of Faculty, Professor,
National Research Nuclear University MEPhI
E-mail: avputilov@mephi.ru

Инесе ТРУШИНЯ
Докторант, Латвийский университет естественных наук и технологий
E-mail: inese.trusina@aol.com

Inese TRUSINA
PhD student, Latvian University of Natural Sciences and Technology
E-mail: inese.trusina@aol.com

Аннотация. Статья посвящена анализу экономического роста ведущих стран мира в контексте устойчивого развития в энергетических единицах мощности за период 1990–2019 гг. и оценке влияния фактора энергопотребления на рост ВВП. На основе данных 16 стран, ВВП которых составляют не менее 75 % от мирового, проанализированы показатели нормализованной мощности полного потребления энергии и потребления электричества, показаны существенные различия экономического развития стран в контексте энергетического баланса.
Ключевые слова: региональное развитие, социально-экономические системы, энергетические критерии развития, энергопотребление, энергообеспечение, мощность.

Abstract. The article analyzes the development of the leading countries of the world in the context of sustainable development for the period 1990–2019 in energy units of power and assessed the impact of energy consumption security factors on GDP growth. On the basis of data on the development dynamics of 16 leading countries that account for at least 75 % of the total world GDP, indicators of the normalized power consumption of full energy and electricity were analyzed, and significant differences in the economic development of countries in the context of the energy balance were shown.
Keywords: regional development, socio-economic systems, energy consumption, energy supply, power.

Мировое сообщество привыкло считать, что рост ВВП означает улучшение жизни простых граждан, а его падение, наоборот, означает спад

Введение

Применяемые в настоящее время методы оценки устойчивости развития социально-экономических систем не дают объективной картины регионального и национального развития [1]. Используемая методология построения индикаторов устойчивого развития базируется на разнородных, несоразмерных мерах, а для осуществления операций используется процедура нормирования, но нормированные индикаторы также разнородны, так как за ними стоят разнородные величины, выраженные в несопоставимых измерителях-мерах, что порождает ложные оценки и, как следствие, неэффективное управление [2]. Одним из важных факторов для обеспечения устойчивого развития является наличие необходимого количества устойчивых энергетических ресурсов. События 2022 г. показали резкий рост спроса на энергоресурсы во всем мире и как следствие наличие турбулентных эффектов в развитии экономик многих стран. Именно поэтому важен ретроспективный анализ энергопотребления ведущих стран накануне начала глобальных изменений.

Цель статьи провести анализ развития ведущих стран мира за период 1990–2019 гг. в контексте устойчивого развития в энергетических единицах мощности и оценить влияние факторов обеспеченности энергопотребления на рост ВВП. Представленный метод анализа позволит разработать новые подходы к прогнозированию устойчивого развития, учитывающие не только мировую энергетику (базовый показатель), но и политэкономические факторы (отказ от импорта, предельные цены на энергоносители и пр.). Для расчёта и первичной интерпретации показателей развития и индекс нормализованной мощности потребления электроэнергии были отобраны 16 стран по размеру ВВП и составляющие не менее 75 % всего мирового ВВП за 1990, 2005 и 2019 гг., предшествующие глобальным кризисам и переменам.

Таймс-сквер в Нью-Йорке, США

Источник: sepavone / depositphotos.com

Текущая ситуация

ЕС выступил за декарбонизацию и обязался свести к нулю выбросы к 2050 г. в соответствии с требованиями Парижского соглашения 2015 г. [3]. Важные соглашения в этом плане были подписаны в ходе 26-й конференции ООН по изменению климата в Глазго в ноябре 2021 г. [4]. Важно при этом понимать, что реализация многих программ развития требует необходимого обеспечения энергией и, в случае опережающих темпов сокращения потребления углеводородного топлива, возможно нарушение энергетического баланса.

Сейчас экономисты критикуют индикатор ВВП как показатель общественного благосостояния, поскольку расчёт одного и того же параметра идет по разным формулам, определяемым государством

Оценка развития на основе ВВП

Валовой внутренний продукт (ВВП) – наиболее популярный показатель, принятый в качестве основного критерия развития и роста экономики, измеряемый в деньгах. ВВП определяется как макроэкономический показатель, отражающий рыночную стоимость всех конечных товаров и услуг, произведённых за год во всех отраслях экономики на территории конкретного государства для потребления, экспорта и накопления, независимо от национальной принадлежности факторов производства. Можно сказать, что ВВП выражает масштаб экономики. Сегодня именно темпы роста ВВП считаются основным параметром экономического роста [5]. В результате мировое сообщество привыкло считать, что рост ВВП означает улучшение жизни простых граждан, а его падение, наоборот, означает спад или стагнацию. За последние десять лет экономисты столкнулись с большой критикой ВВП как показателя общественного благосостояния и развития [6]. Сегодня расчёт одного и того же параметра осуществляется по совершенно разным формулам, которые государство может определить само. Валовый внутренний продукт большинства стран, занимающих высшие строчки мирового лидерства, уже давно формируется не за счёт реального сектора, а за счёт ценовых спекуляций [7]. В ВВП ведущих стран – США, Франции, Германии – до 80 % приходится на услуги и 20–25 % на производство (таблица 1), в то же время 50 % ВВП развивающихся стран формируется по результатам производства реальной продукции, в том числе сельскохозяйственной.

Привлекательность аргумента о том, что человеческое общество может отделить экономический рост, определяемый как рост валового внутреннего продукта (ВВП), от роста воздействия на окружающую среду и использования материалов и энергии не подтверждается историческими фактами [9]. Таким образом, рост ВВП является сомнительной социальной целью. Возможность манипуляций при расчёте ВВП все острее ставит вопрос о поиске более устойчивых подходов, которые могли бы характеризовать рост и развитие экономики, повышение благосостояния и устойчивости социально-экономической системы.

Возможность манипуляций при расчёте ВВП все острее ставит вопрос о поиске более устойчивых подходов, которые могли бы характеризовать развитие экономики и повышение благосостояния граждан

Энергетические показатели экономического развития

В рамках концепции экологической экономики [10] и с учётом выводов энергетической теории стоимости [11] с целью формализации задач разработана методология управления устойчивым развитием, использующая подход анализа изменения мощности потоков энергии [12] в открытых динамических социально-экономических системах. Анализ социально-экономических систем основывается на законе сохранения мощности потока энергии [13] во времени, необходимого для развития и обеспечения всех процессов социально-экономической системы – поток энергии (полная мощность) N(t), поступающий в систему за период Δ t, равен сумме выходного потока полезной энергии (мощности) P(t) и потерь мощности G(t), согласно формуле 1:

$$N(t) = P(t) + G(t) \qquad (1)$$

В соответствии с формулировкой закона, устойчивое развитие представляет собой непрерывный процесс повышения способности удовлетворения текущих потребностей существующей социально-экономической системы в единицах мощности без снижения уровня произведённой полезной энергии, как способности удовлетворения потребностей будущих поколений, при одновременном повышении эффективности использования полной мощности системы, в условиях негативных внешних и внутренних воздействий [14]. Из закона сохранения мощности определяется модель потоков энергии (мощности) социально-экономической системы.

Введение инвариантной меры «мощность» в управление устойчивым развитием позволяет установить измеримую связь между потребностями и возможностями, построить систему показателей и критериев устойчивого развития в соответствии с инвариантом прогнозируемого класса системы «человек-общество-природа» [15].

Поток потребляемой обществом энергии или полная мощность N(t) включает в себя все виды энергоресурсов, необхо-

Таблица 1. Структура ВВП США, ЕС, России, Китая и Индии в 2019 г.

Источник: данные [8]

Страна, 2019 г.	Сельское хозяйство, % от ВВП	Промышленность, % от ВВП	Услуги, % от ВВП
США	1	19	80
ЕС	2	27	71
Россия	4	40	56
Китай	8	38	54
Индия	18	34	48

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №9(188) / 2023

димых для обеспечения жизнедеятельности, производственных, технологических и других процессов. Эта сумма всех потоков потребления определяет потребности или потенциальные возможности общества [14]. Важной частью полной мощности потребления является мощность конечного потребления электричества E(t). Уровень и изменение мощности потребления электроэнергии, а также доля в общей мощности потребления системы определяет технологический уровень развития экономики и общества в целом [16]. Результаты исследований [17] показали, что существует однонаправленная причинно-следственная связь от потребления электроэнергии к ВВП, как показателю экономического роста. В некоторых работах по исследованию данных США отмечалось, что рост потребления электроэнергии шёл параллельно росту ВВП начиная с 1973 г. до середины 1990-х гг., и в последствии эта связь была нарушена [18]. Очевидно, что необходимы дальнейшие исследования, чтобы понять причину расхождение корреляции в середине 1990-х годов и то, о чем может данный факт сигнализировать.

Оценка энергопотребления и ВВП

В соответствии с теоретическим обоснованием и описанной выше методологией, рост и развитие экономики стран можно описывать как с помощью показателя ВВП, так и как открытые социально-экономические системы, используя показатели в энергетических единицах мощности. При этом необходимо подчеркнуть, что человечество является производителем всей мировой электроэнергии и одновременно ее потребителем. Из этого следует, что сбалансированное развитие будет иметь место тогда и только тогда, когда, с одной стороны, есть все возможности для производства продуктов и услуг, а с другой стороны, чтобы была возможность их приобретать и потреблять. Понятно, что в первом случае должны быть выполнены необходимые условия производства, т. е. наличие энергии и других видов ресурсов, а во втором случае должны быть выполнены достаточные условия – возможность приобретения и потребления [19]. В рамках мировой экономики в целом система замкнута, поэтому производство и потребление должны быть сбалансированы. В качестве показателей сбалансированности развития социально-экономической системы, как мировой системы в целом, так и отдельного государства, определяется показатели полной мощности потребления энергии, индекс нормализованной мощности потребления полной энергии и индекс нормализованный мощности потребления электроэнергии.

Уолл-стрит и фондовая биржа в Нью-Йорке
Источник: dibrova / depositphotos.com

В данной работе энергетический показатель NW(t) определяется как отношение полной потреблённой мощности энергоресурсов N(t), выраженной в энергетических единицах мощности (Ватт), к сумме годового валового продукта GDP (t), выраженные в денежных единицах за один и тот же период времени по формуле 2:

$$NW(t) = N(t) / GDP(t) \qquad (2)$$

Поток потребляемой обществом энергии или полная мощность включает в себя все виды энергоресурсов, необходимых для обеспечения жизнедеятельности и производственных процессов

Энергетический показатель NW(t) позволяет определить, насколько национальная валюта обеспечена потреблённой мощностью.

Аналогично рассчитывается энергетический показатель EW(t) для потреблённой мощности электричества по формуле 3:

$$EW(t)= N(t) / GDP(t) \qquad (3)$$

Для определения параметров баланса или индекса нормализованной мощности потребления энергоресурсов разработана следующая методика. ***Нормализованное значение ВВП***, где GDP(t) – общий прирост мирового ВВП, а GDPi (t) – прирост ВВП i-й страны рассчитывается по формуле 4:

$$GDPNi(t) = GDPi(t)/ GDP(t) \qquad (4)$$

Аналогично рассчитывается нормализованное значение для полной мощности потребления N(t) и мощности потребления электричества E(t) – соответственно NNi(t), ENi(t) для i-й страны, по формулам 5 и 6:

$$ENi(t) = Ei(t)/ E(t) \qquad (5)$$

$$NNi(t) = Ni(t)/ N(t) \qquad (6)$$

Введение инвариантной меры «мощность» в управление устойчивым развитием позволяет установить связь между потребностями и возможностями, построить систему критериев устойчивого развития

Используя выше определённые значения, ***индекс нормализованный мощности потребления полной энергии*** WNi(t) отдельной i-й страны определяется по формуле 7:

$$WNi(t)= NNi(t) / GDPNi(t) \qquad (7)$$

Аналогичным образом для мощности электропотребления E(t) рассчитывается ***индекс нормализованный мощности потребления электроэнергии*** отдельной i-й страны – соответственно WEi (t), по формуле 8:

$$WEi(t)= ENi(t) / GDPNi(t) \qquad (8)$$

Фестиваль Дивали, Индия

Источник: saiko3p / depositphotos.com

Определение	Обозначение	Единицы	Источник
Полная мощность потребления	N (t)	Вт	Международное агентство энергетики [20], данные Всемирного банка [8]
Мощность потребления электричества	E(t)	Вт	Международное агентство энергетики [20], данные Всемирного банка [8]
Население	M (t)	человек	Данные Всемирного банка [8]
Внутренний валовый продукт	GDP (t)	доллары США	Данные Всемирного банка [8]

Таблица 2. Источники информации и данные

Уникальность этого подхода заключается в том, что по данным нормализованным индексам можно определять энергетическую сбалансированность экономического развития отдельных стран и регионов, и индексы являются важными показателями для прогнозирования устойчивого развития.

Источники информации и данные

Необходимая статистическая информация и данные были получены из источников, указанных в таблице 2. Показатели рассчитаны с использованием данных за период с 1990 по 2019 гг.

Для расчёта и первичной интерпретации показателей развития и индексов нормализованный мощности потребления энергии были выбраны ведущие страны мира по размеру ВВП и составляющие не менее 75 % всего мирового ВВП за 1990, 2005 и 2019 гг. (таблица 3). В выборку вошли первые 16 стран по объёму ВВП. Выбранные точки анализа – 1990, 2005 и 2019 гг. – годы, предшествующие глобальным кризисам и переменам: 1990 г. – накануне ликвидации Советского Союза; 2005 г. – накануне мирового кризиса 2008–2009 гг.; 2019 г. – накануне глобальной пандемии.

Представленные данные соотнесены по величине к мировому ВВП (GDP) и отражают долю экономики конкретной страны в общей мировой экономике (GDPN).

Результаты и выводы

Показатели роста и развития ведущих стран мира. Базовые показатели устойчивого развития, в том числе общее энергопотребление (мощность потребления или валовая мощность) в энергетических единицах рассчитаны для США, Китая, ЕС, России и Индии. Ключевые параметры для выбора стран:

1. Мировые лидеры по объёму ВВП;
2. Структурные различия в ВВП.

Рост ВВП в долларах США на рис. 1, за период 1990–2019 гг., для США и ЕС имеет линейный характер (корреляция 0,9916 и 0.9798 соответственно). Рост ВВП Китая в долл. США с 2002 г. также имеет линейный характер (корреляция 0,983) и увеличение по итогам 2019 г. в 6 раз.

Рост ВВП в долларах США за период 1992–2019 гг. для России имеет явно выраженный нелинейный, нерегулярный, нехроноцелостный характер с перепадами в 2009 г. и в 2015–2016 гг. В то же время, рост ВВП в долл. США за период 2001–2019 гг. для Индии имеет явно выраженный линейный характер (корреляция 0,989).

Представленные графики ВВП показывают:

- линейное увеличение ВВП для ведущих стран США, ЕС и, начиная с 2002 г., для Китая и с 2001 г. для Индии;
- отличную картину изменения ВВП на разных графиках за один и тот же период 2001–2019 гг. для России.

Переход к инвариантной системе координат в энергетических единицах для США, Китая, ЕС, Индии и России показан на рис. 2. – кривые изменения полной мощности, измеренной в ГВт, за период 1990–2019 гг. Изменение полной мощности США за период до 2005 г. носит нелинейный замедляющий характер с постепенным выходом на плато. После 2005 г. до 2019 г. полная мощность (в результате деятельно-

Таблица 3. Внутренний валовый продукт (GDP), доля внутреннего валового продукта в мировом валовом продукте (GDPN) за 1990, 2005, 2019 гг., население M и значение доли населения (MN) за 2019 г.

Источники: данные [8], расчёты авторов

Страна	Код	GDP	GDPN	GDP	GDPN	GDP	GDPN	M	MN
		млрд US $	%	млрд US $	%	млрд US $	%	млрд чел.	%
		2019	2019	2005	2005	1990	1990	2019	2019
США	US	21400	24	13039	27	5963	25	0.33	4
Китай	CH	14402	16	2285	5	1093	5	1.41	18
ЕС	EU	16542	19	11568	24	6498	28	0.51	7
Япония	JP	5123	6	4831	10	3132	13	0.13	2
Индия	IN	2869	3	820	2	321	1	1.37	17
Бразилия	BR	1839	2	891	2	391	2	0.21	3
Канада	CA	1736	2	1114	2	593	3	0.04	1
Россия	RU	1702	2	764	2	516	2	0.14	2
Корея	KR	1647	2	935	2	283	1	0.05	1
Австралия	AU	1387	2	695	2	311	1	0.03	0.3
Другие	RE	19005	22	10897	23	4347	17	3.59	46
Мир	W	87652	100	47779	100	23448	100	7.79	100

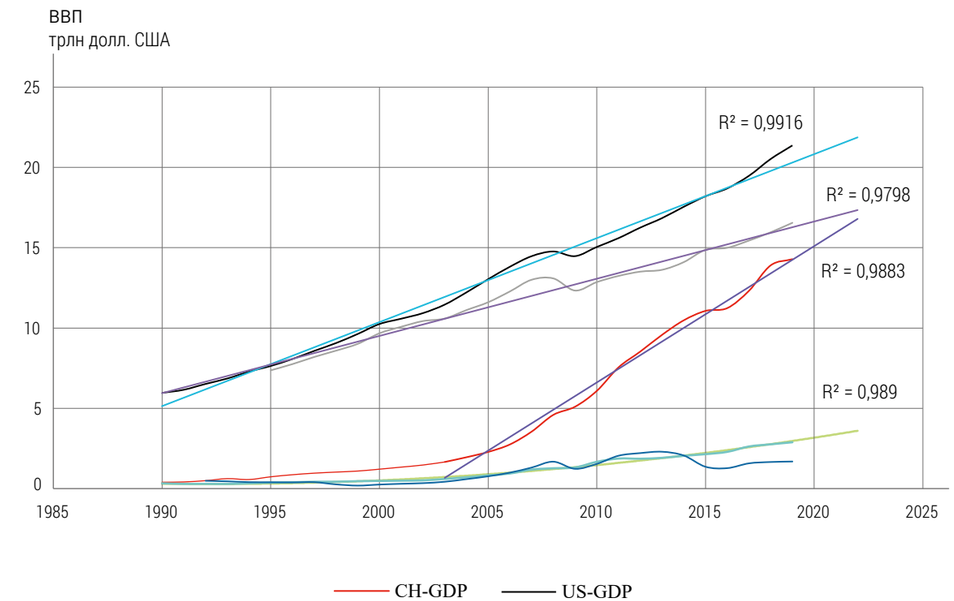


Рис. 1. Изменение валового продукта (GDP) для США (US), Китая (CH), Европейского союза (EU), России (RU) и Индии (IN) за период 1990–2019 гг., долл. США

Источники: данные [7], расчёты авторов

Уровень и изменение мощности потребления электроэнергии, а также доля в общей мощности потребления системы определяет технологический уровень развития экономики и общества в целом

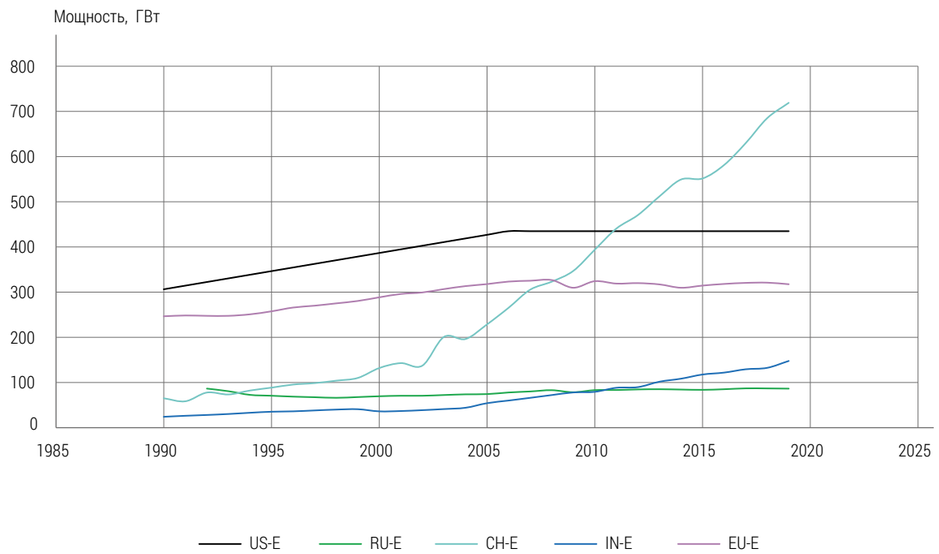


Рис. 2. Изменение полной мощности конечного потребления электричества для США (US), Китая (CH), России (RU), Европейского союза (EU) и Индии (IN) за период 1990–2019 гг., ГВт

Источники: данные [8], расчёты авторов

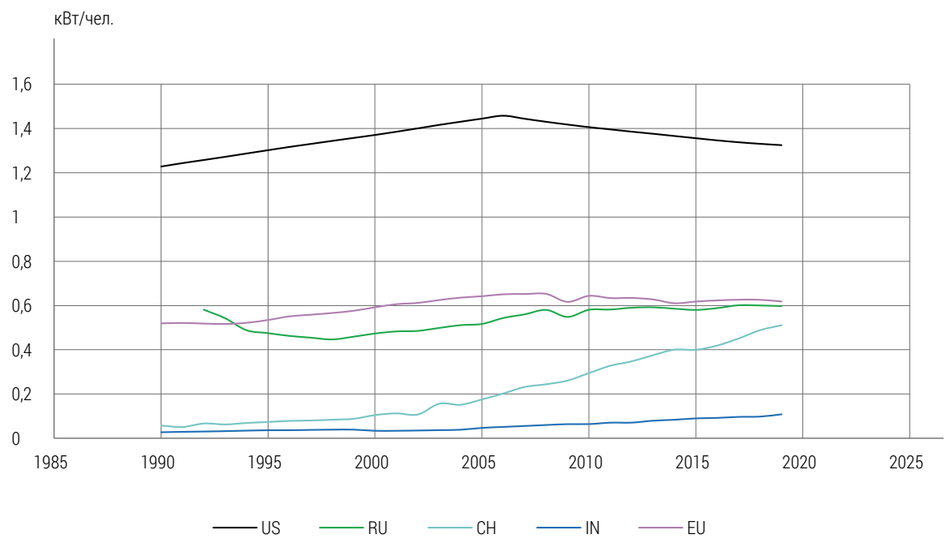


Рис. 3. Изменение полной мощности конечного потребления электричества на душу населения для США (US), Китая (CH), России (RU), Европейского союза (EU) и Индии (IN) за период 1990–2019 гг., кВт/чел.

Источники: данные [8], расчёты авторов

	1990				2005				2019			
страны	N	NN	E	EN	N	NN	E	EN	N	NN	E	EN
	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%	ГВт	%
US	1712	21	306	25	2082	19	427	22	2558	19	451	16
CH	882	11	65	5	1566	15	229	12	2828	21	719	25
EU	1486	18	247	20	1627	15	318	17	1521	12	317	11
JP	386	5	85	7	439	4	115	6	352	3	105	4
IN	290	4	24	2	442	4	54	3	835	6	147	5
BR	155	2	25	2	222	2	43	2	301	2	59	2
CA	212	3	51	4	257	2	66	3	276	2	63	2
RU	824	10	86	7	500	5	74	4	600	5	86	3
KR	92	1	11	1	190	2	43	2	244	2	65	2
AU	76	1	17	1	98	1	24	1	111	1	29	1
Rest	2129	26	327	26	3458	21	522	27	3697	27	817	29
World	8245	100	1244	100	10781	100	1914	100	13223	100	2857	100

Примечание: обозначения стран, использованные в таблице: US – США, EU – Европейский союз, JP – Япония, IN – Индия, BR – Бразилия, CA – Канада, KR – Корея, AU – Австралия, Rest – другие страны мира, World – мир

Таблица 4. Полная мощность потребления (N), мощность потребления электричества (E) и их нормализованные значения (NN, EN) для мировых лидеров за 1990, 2005, 2019 гг.

Источник: расчёты авторов

сти и создания национального продукта) не изменялась в пределах погрешности 5 %. Изменение полной мощности ЕС на плато вышло до 1990 г. и после 2007–2008 гг. имеет тенденцию к снижению. Изменение полной мощности Китая с 2005 г. имеет линейный характер и увеличилось в 2,7 раза за период до 2019 г. После 2005 года значение мощности Китая превысило уровень ЕС, а после 2011 г. – уровень США. Последние три года развитие Китая имеет небольшую тенденцию к замедлению.

Графики, представленные на рис. 2, показывают различную динамику изменения мощности конечного потребления для США это выход на плато с 2007 г., для Европейского союза некоторый спад с 2007 г., для Китая ускорение роста начиная с 2002 г.: для Индии тоже ускорение роста с 2005 г. и у России постепенный незначительный рост с конца 1990-х гг. Изменения полной мощности конечного потребления для США, Китая, России, Европейского союза и Индии за период 1990–2019 гг. имеют аналогичные тенденции, как и изменения полной мощности потребления энергии электричества.

Результаты исследований показали, что существует однонаправленная причинно-следственная связь от потребления электрической энергии к ВВП, как показателю экономического роста

Изменение полной мощности конечного потребления электричества на 1 жителя для США, Китая, России, Европейского союза и Индии представлены на рис. 3. Из графиков видно, что у США был рост до 2006 г., а потом начался спад. Аналогичная тенденция у Европейского союза. У России был спад до 1998 г., потом начался рост, который продолжался до 2008 г. и затем рост фактически прекратился.

Тем временем у Китая и Индии наблюдается рост с 1990 г. Он ускорился с 2003 г., причем у Китая значительно выше, чем у Индии. Следует при этом отметить, что в России уровень мощности конечного потребления электричества на одного

человека в 2014 г. приблизился к уровню потребления в Европейском союзе.

Показатели нормализованной мощности потребления электричества. Результаты расчётов полной мощности (N), нормализованной полной мощности (NN), мощности потребления электричества (E) и нормализованной мощности потребления электричества (EN) за 1990, 2005 и 2019 гг. для ведущих экономик мира, рассчитанные по формулам (5) и (6), представлены в таблице 4.

Очевидно, что мощность потребления электричества в мировом хозяйстве за год равна всей созданной мощности электричества человечеством. Поэтому логично сравнить доли мощности потребления электричества ведущих экономик мира и созданного за этот период ВВП. Для этого были рассчитаны индексы нормализованной мощности потребления энергоресурсов WN и электричества WE по формулам (6) и (7) для мировых лидеров за 2019, 2005 и 1990 гг., результаты расчетов представлены на рис. 4 и 5.

По результатам полученных данных индекса нормализованной мощности потребления электричества WE можно сформулировать типологию стран по энергетическому балансу экономического развития (рис. 5).

Рост и развитие экономики стран можно описывать как с помощью показателя ВВП, так и как открытые социально-экономические системы, используя показатели в энергетических единицах мощности

Сбалансированное развитие в 2019 г. – индекс равен или находится около единицы. Это Бразилия и Канада, только с разной динамикой развития. У США в 1990 г. индекс был около единицы, но затем постепенно снижался. У Евросоюза уже в 1990 г. этот индекс был ниже единицы и в результате снижения в 2019 г. приблизился к 0,5. Обратный тренд у Японии, у которой был незначительный рост и в 2019 г. индекс был незначительно выше, чем в Евросоюзе. Сильный спад индекса от 1 до 0,6 произошел в Австралии. Сильно выделяются на этом фоне три страны – Китай, Индия и Россия, у которых индекс WE выше единицы и в 2019 г. был равен приблизительно 1,5, но динамика изменений

Завод по сбору камер видеонаблюдения

Источник: bartekchiny / depositphotos.com

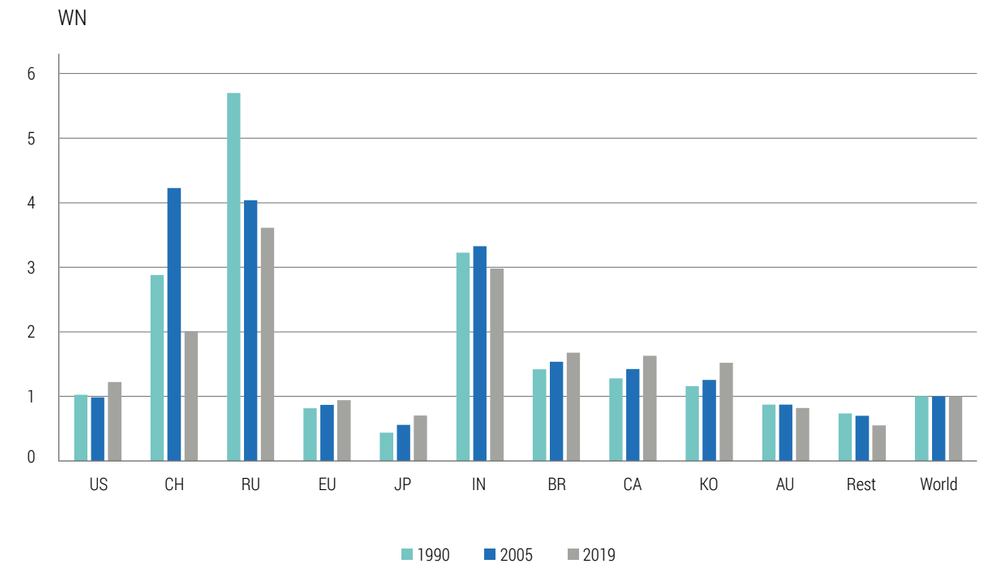


Рис. 4. Индекс нормализованной мощности потребления энергоресурсов (WN) для мировых лидеров за 1990, 2005, 2019 гг.

Источники: данные [8], расчёты авторов

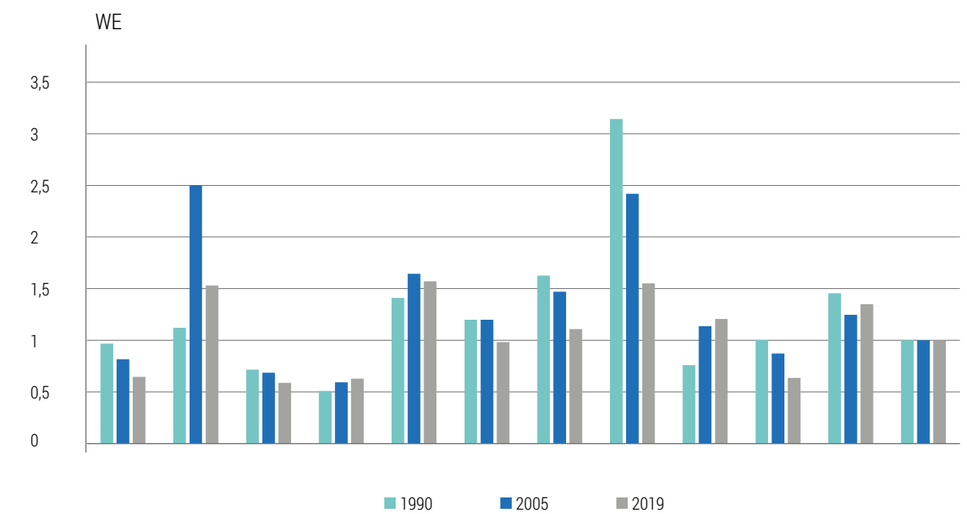


Рис. 5. Индекс нормализованной мощности потребления электричества (WE) для мировых лидеров за 1990, 2005, 2019 гг.

Источники: данные [8], расчёты авторов

Плантация кофе в Бразилии

Источник: Ranimiro / depositphotos.com

у каждой страны своя. Особенно выделяется Россия, у которой в 1990 г. индекс был выше 3 и постепенно снижался до 1,5.

В условиях изменений измерение эффективности экономик в денежных единицах носит субъективный характер, поскольку определяется биржевым способом и масштаб единицы измерения экономического развития стран меняется со временем. Поэтому измерение эконмического развития стран в энергетических единицах, масштаб которых инвариантен к изменениям внешней среды представляется необходимым инструментом для сбалансированного устойчивого развития. Необходимо учитывать неоднородность экономик рассматриваемых стран и факторы, которые, в том числе, влияют на индекс WE это: 1. энергоэффективность, которая определяется уровнем технологического развития страны; 2. структура экономики, то есть соотношение производства и услуг; 3. завышенные курсы валют. Их влияние на индекс нормализованной мощности потребления электричества требует дополнительного изучения.

Вместе с тем, если проанализировать гистограмму на рис. 6 и взять США за эталон по первым двум факторам, то Евросоюз и Япония все равно ниже этого уровня и, как следствие, можно утверждать, что указанные страны имеют завышенные курсы валют, то есть происходит обмен необеспеченных денег на энергоносители. При прогнозировании экономического развития и ценообразования на энергоносители следует учитывать полученные результаты.

Заключение

Аналитическое исследование сложившейся ситуации в мировой энергетике может стать базой и точкой отсчета для прогноза новых реалий, связанных с политэкономическими факторами. Результаты исследования показали, что анализ экономического развития стран в инвариантных энергетических единицах свидетельствует о росте субъективности расчетов в денежных единицах ВВП, начиная с 2006 г., которые не отражают реального экономического развития. Возможность манипуляций при расчёте ВВП все острее ставит вопрос о поиске более устойчивых подходов, которые могли бы характеризовать реальный рост и развитие экономики, повышение благосостояния и устойчивости социально-экономической системы.

В качестве показателей сбалансированности развития социально-экономической системы, как мировой системы в целом, так и отдельного государства, определены: 1. показатели полной мощности потребления энергии и электричества; 2. индекс нормализованной мощности потребления полной энергии; 3. индекс нормализованной мощности потребления электроэнергии. Результаты исследования показали, что накануне глобальных изменений по итогам 2019 г. существовала значительная несбалансированность между ВВП ведущих развитых стран и электро- и энергопотреблением в этих странах.

Производство самолетов Airbus

Источник: aviationweek.com

Использованные источники

1. *Jermolajeva E., Trusina I., The scientific discourse on the concept of sustainable development. Eastern Journal of European studies, 2021, Volume 12, Issue 2. pp. 298–322.*
2. *Shamaeva E. F. Novation management methodology in design of regional sustainable development systems with the use of universal measurable values. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems, 2019, 11(8 Special Issue). pp. 329–338.*
3. *Парижское соглашение. ООН, 2015. – URL: https://unfccc.int/sites/default/files/Russian_paris_ agreement.pdf (accessed 01.12.2022).*
4. *Конференция ООН по изменению климата (26-я сессия КС). – URL: https://www.un.org/ru/food-systems-summit/un-climate-change-conference-cop-26 (accessed 01.12.2022).*
5. *Stiglitz J. E., Fitoussi J-P, Durand M. Measuring What Counts: The Global Movement for Well-Being, 2019, The New Press. – 224 p. ISBN-10 1620975696.*
6. *Jusmet, Jordi Roca, The growth of Gross Domestic Product: bad indicator, bad goal Sistema, Volume 2022, Issue 265. pp. 37–50.*
7. *Jeroen C.J.M. van den Bergh. The GDP paradox. Journal of Economic Psychology, 2009. 30(2). pp. 117–135. DOI: 10.1016/j.joep.2008.12.001.*
8. *World Bank. – URL: https://www.worldbank.org/en/topic/digitaldevelopment/overview*
9. *Ward JD, Sutton PC, Werner AD, Costanza R, Mohr SH, Simmons CT. Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible? PLoS ONE. 2016, 11(10). e0164733. DOI: 10.1371/journal.pone.0164733.*
10. *Capra F., Jakobsen O. D. A conceptual framework for ecological economics based on systemic principles of life. International Journal of Social Economics, 2017. 44(6). pp. 831–844.*
11. *Costanza R. Value theory and energy. Encyclopedia of Energy, Elsevier, 2004, vol. 6, pp. 337–344. https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00118-2.*
12. *Trusina I. Jermolajeva E. A new approach to the application of the principles of sustainable development. Economic Science for Rural Development, 2021, Proceedings materials, 22nd International Scientific Conference on Economic Science for Rural Development (ESRD). 55. pp. 231–240.*
13. *Кузнецов П.Г. Наука развития жизни. 2015. РАЕН. – 318 с.*
14. *Bolshakov B.Y., Karibaev A., Shamaeva E.F. Introduction to the Theory of Management of Novation's with the Use of Spatiotemporal Measures. AIP Conference Proceedings, 2019, 2116, 200009, DOI: 10. 1063/ 1. 5114190.*
15. *Абрамов В. И., Путилов А. В., Шамаева Е. Ф. Формирование механизмов управления устойчивым развитием экономики промышленных отраслей и комплексов // Энергетическая политика. 2023. № 2(180). С. 40–53. DOI 10.46920/2409-5516_2023_2180_40. EDN: QTFKDF.*
16. *Trusina I., Jermolajeva E., the main indicators of the economy digital transformation in the context of new approach to sustainability. International conference «The world in motion: challenges, territorial dynamics and policy responses – EURINT 2022». Proceeding material, 2022. pp. 254–277.*
17. *Yoo S.-H., Hwang B.-S. Electricity consumption and economic growth in Nicaragua. Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy, 2016, 11(8), pp. 746–752.*
18. *Hirsh R. F., Koomey J. G. Electricity Consumption and Economic Growth: A New Relationship with Significant Consequences? The Electricity Journal, 2015, V. 28. I.9., pp. 72–84.*
19. *Абрамов В. И., Трушиня И., Ермолаева Э. Устойчивое региональное развитие в контексте цифровой трансформации экономики // Международный экономический симпозиум – 2022: Материалы международных научных конференций. СПбГУ/. Санкт-Петербург: ООО «Скифия-принт». 2022. С. 111–117.*
20. *International Energy Association. – URL: https://www.iea.org/countries*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №9(188) / 2023

УДК 504.7+620.9 DOI 10.46920/2409-5516_2023_9188_98 EDN: WVQEXF

Роль возобновляемых источников энергии в снижении выбросов парниковых газов: перспективы и вызовы для Дальнего Востока России

Role of renewable energy sources in reducing greenhouse gas emissions: prospects and challenges for Russia's Far East

Виталий БУШУЕВ
Ведущий научный сотрудник, д. т. н., профессор, Объединенный институт высоких температур РАН; Институт энергетической стратегии
E-mail: vital@guies.ru

Vitalii BUSHYEV
Doctor of Technical Sciences, Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences; Institute of Energy Strategy
E-mail: vital@guies.ru

Дмитрий СОЛОВЬЕВ
Старший научный сотрудник, к. ф.-м. н., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН; Объединенный институт высоких температур РАН
E-mail: solovev@ocean.ru

Dmitry SOLOVYEV
Senior Researcher, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences; Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences
E-mail: solovev@ocean.ru

Наталья СОКОТУЩЕНКО
Начальник отдела, Государственный университет «Дубна»
E-mail: sokotushenko.nat@mail.ru

Natalya SOKOTUSHCHENKO
Department head, Dubna State University
E-mail: sokotushenko.nat@mail.ru

Аннотация. Данная статья исследует роль возобновляемых источников энергии в смягчении выбросов парниковых газов на Дальнем Востоке России (ДФО). В исследовании проанализированы мировые тенденции выбросов парниковых газов и вклад крупных экономик, таких как Россия, США, Китай и Европейский союз. Кроме того, акцент сделан на конкретных регионах России, особенно на Сибирском федеральном округе и Дальневосточном федеральном округе (ДФО), где проанализированы паттерны выбросов. Анализ показывает устойчивый рост выбросов парниковых газов как в Сибирском федеральном округе, так и в Дальневосточном федеральном округе, что требует срочных мер по решению экологических проблем. Исследование подчеркивает важность перехода к чистым источникам энергии и потенциальные выгоды использования местных ресурсов для сокращения зависимости от ископаемых топлив. Возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветровая и гидроэнергия, выступают как перспективные решения для борьбы с выбросами в регионе. В статье представлены результаты оценки влияния солнечной фотоэлектрической энергии на сокращение выбросов углекислого газа. Подробные прогнозы выбросов парниковых газов в ДФО показывают важность усилий каждого региона в достижении общих целей по сокращению эмиссии CO_2. Использование технологий возобновляемой энергии, особенно солнечной энергии, значительно снизило выбросы углекислого газа. Анализ показывает, что установленные солнечные электростанции в ДФО, особенно в Республике Бурятия и Забайкальском крае, способствуют сокращению выбросов CO_2 на приблизительно 99,96 тыс. т ежегодно.
Ключевые слова: выбросы, парниковые газы, возобновляемые источники энергии, Дальний Восток России, устойчивое развитие.

Abstract. This article explores the role of renewable energy sources in mitigating greenhouse gas emissions in Russia's Far East (FEFD). The study analyzes the global greenhouse gas emissions trends and the contributions of major economies like Russia, the USA, China, and the EU. Additionally, it focuses on specific regions within Russia, particularly the Siberian Federal District and the Far Eastern Federal District (FEFD), evaluating their emissions patterns. The analysis indicates a sustained increase in greenhouse gas emissions in both the Siberian and Far Eastern Federal Districts over the years, necessitating urgent actions to address the environmental challenges. The study highlights the importance of transitioning towards clean energy alternatives and the potential benefits of utilizing local resources to reduce reliance on fossil fuels. Renewable energy sources, such as solar, wind, and hydroelectric power, emerge as promising solutions to combat emissions in the region. The article provides insights into the utilization of solar photovoltaic (PV) power and its impact on reducing CO_2 emissions. Detailed forecasts for greenhouse gas emissions in the FEFD showcase the significance of each region's efforts in contributing to the overall reduction targets. The implementation of renewable energy technologies, especially solar energy, has demonstrated notable reductions in carbon emissions. The analysis shows that the existing solar photovoltaic installations in the FEFD, particularly in the Republic of Buryatia and Zabaykalsky Krai, have significantly contributed to reducing CO_2 emissions by approximately 99.96 thousand tons annually.
Keywords: emissions, greenhouse gases, renewable energy sources, Russian Far East, sustainable development.

Введение

Оценка выбросов парниковых газов в рамках понятия «геотория» (географическая территория) является важным инструментом для более точного анализа и понимания динамики выбросов в определенных регионах [1]. Различные регионы имеют свои уникальные особенности, такие как структура экономики, энергетический сектор, природные ресурсы и демография. Оценка выбросов на уровне геоторий

позволяет учитывать эти разнообразные характеристики, что важно для разработки эффективных стратегий по сокращению выбросов и устойчивому развитию в каждом регионе.

Точность и надежность данных – еще одно преимущество оценки выбросов на уровне геоторий. Такой подход использует более точные и надежные данные, основанные на местных статистиках и источниках, что делает анализ более релевантным и полезным для разработки соответствующих мероприятий.

Путем оценки выбросов на уровне геоторий можно сравнивать различные регионы и выявлять тенденции и различия между ними. Это помогает найти успешные практики и определить области, где необходимы дополнительные усилия для сокращения выбросов.

Использование понятия геотория позволяет разрабатывать более устойчивые и адаптированные к местным условиям стратегии по снижению выбросов. Решения, основанные на местных данных и потребностях, могут быть более эффективными и успешными.

Оценка выбросов на уровне геоторий предоставляет полезную информацию для принятия решений на местном, региональном и национальном уровнях. Это помогает формировать более осознанные политики и меры для сокращения влияния на окружающую среду и борьбы с изменением климата.

В целом, проведение оценки выбросов парниковых газов в рамках геоторий является важным инструментом для эффективного управления выбросами на региональном уровне и содействует общим усилиям по борьбе с изменением климата и устойчивому развитию.

Оценка выбросов диоксида углерода (CO_2) в Дальневосточных геоториях России является важным аспектом для понимания влияния этих регионов на изменение климата и окружающей среды

Выбросы парниковых газов
Источник: eric1513 / depositphotos.com

Геотория – это географическая единица, которая объединяет смежные территории с общими социально-экономическими и природными характеристиками [1]. Геотории – важный инструмент для изучения и анализа социогуманитарного развития регионов [2].

Геотории Дальневосточного федерального округа (ДФО) России, играют важную роль в инфраструктурном представлении Центральной Евразии, так как представляют собой центры сосредоточения местных природных ресурсов, в частности энергетических ресурсов. Эти ресурсы являются важным фактором развития не только Дальневосточного региона, но и всей страны, а также регионов, расположенных на территории Евразии [2].

Крупнейшие геотории ДФО России (рис. 1):

- Магаданская геотория (Магаданская область и Камчатский край);
- Чукотская (Арктическая) геотория (Республика Саха (Якутия) и Чукотский автономный округ);
- Амурская геотория (Хабаровский край и Амурская область);
- Байкальская геотория (Республика Бурятия и Забайкальский край);
- Сахалинская геотория (Сахалинская область).

Оценка выбросов диоксида углерода (CO_2) в Дальневосточных геоториях России является важным аспектом для понимания влияния этих регионов на изменение климата и окружающей среды. Диоксид углерода является основным газом, приводящим к парниковому эффекту и глобальному потеплению. Важность оценки выбросов CO_2 в Дальневосточных геоториях включает в себя несколько аспектов.

Так, оценка выбросов CO_2 позволяет определить вклад этих регионов в изменение климата и его последствия, такие как рост температур, изменение погодных условий, таяние льдов и т. д. Это критически важно для понимания общего вклада территории России в глобальные климатические процессы. Оценка выбросов CO_2 помогает определить уровень зависимости регионов от ископаемых топлив и необходимость перехода к устойчивым источникам энергии на базе ВИЭ. В связи с глобальными устремлениями к снижению выбросов парниковых газов, переход к ВИЭ становится необходимостью для обеспечения устойчивого развития регионов. Россия принимает участие в международных соглашениях, направленных на снижение выбросов CO_2, таких как Парижское соглашение, что также определяет важность оценки уровня выбросов CO_2 в Дальневосточных геоториях.

ВИЭ могут играть важную роль в адаптации регионов к изменению климата и способствовать устойчивому развитию всего ДФО, обеспечивая экологически чистую энергию и улучшая качество жизни

Расширение использования ВИЭ в Дальневосточных геоториях, в первую очередь таких как солнечная и ветровая энергия, могут частично заменить использование ископаемых топлив для производства электроэнергии. Это позволяет сократить выбросы CO_2, так как ВИЭ не производят парниковых газов при эксплуатации. Продвижение ВИЭ и увеличение их доли в общей генерации электроэнергии позволят уменьшить зависимость геоторий ДФО от ископаемых источников и снизить общий уровень выбросов CO_2.

Кроме того, ВИЭ могут играть важную роль в адаптации регионов к из-

Рис. 1. Геотории в составе ДФО *Источник [2]*

менению климата и способствовать устойчивому развитию всего ДФО РФ, обеспечивая экологически чистую энергию и улучшая качество окружающей среды. Это также может привлечь инвестиции и создать рабочие места в сфере возобновляемых источников энергии. Ветровые и солнечные электростанции могут быть гибкими и адаптироваться к различным климатическим условиям, что делает их ценными источниками энергии в условиях изменяющегося климата.

данных и адаптироваться к изменяющимся условиям. Это позволяет более точно предсказывать будущие значения выбросов диоксида углерода, учитывая изменения в экономике, технологиях и других факторах. Временная динамика выбросов CO_2 может содержать нелинейные зависимости и неоднородные тренды. Нейронные сети обладают способностью моделировать сложные нелинейные взаимосвязи между переменными и предсказывать неочевидные тренды. Нейронные сети позволяют делать прогнозы на различные горизон-

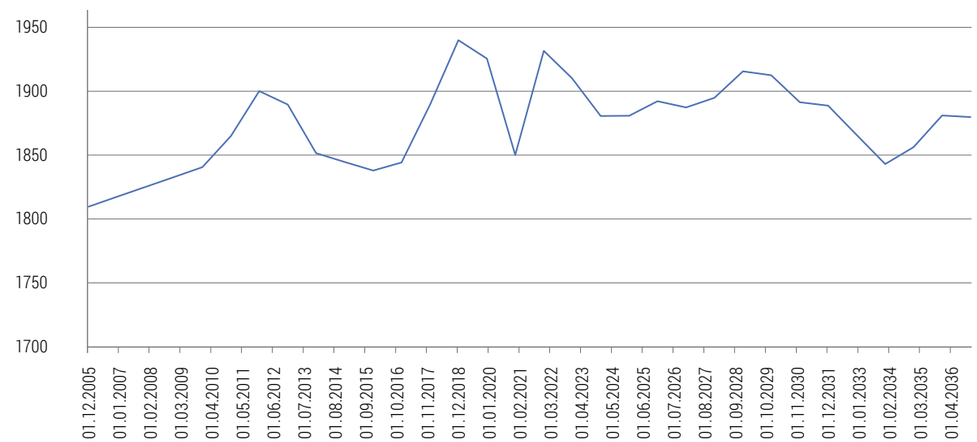


Рис. 2. Общие выбросы парниковых газов РФ (энергетика и промышленность), млн т CO_2-эквивалента в год

Источники: Росстат, результаты нейронного прогноза ИЭС

Прогнозная оценка общего состояния эмиссии CO_2 в мире и России

Использование методов нейронного прогнозирования для оценки временной динамики выбросов диоксида углерода имеет целый ряд важных преимуществ [3]. Выбросы диоксида углерода подвержены влиянию различных факторов, таких как экономические условия, технологические инновации, климатические условия и другие. Методы нейронного прогнозирования позволяют обрабатывать и анализировать сложные временные зависимости, учитывая множество факторов и взаимодействий между ними. Нейронные сети способны обучаться на основе имеющихся

ты времени, от краткосрочных до долгосрочных. Это важно для планирования эффективных мероприятий по снижению выбросов CO_2 и адаптации к изменениям климата. Методы нейронного прогнозирования также обладают высокой степенью точности в предсказании временных рядов, что делает их полезными инструментами для оценки и прогнозирования выбросов диоксида углерода с высокой степенью достоверности, что является критически важным для принятия обоснованных решений по снижению воздействия на окружающую среду и более эффективному управлению экологическими ресурсами геоторий.

На рис. 2 представлена прогнозная оценка, построенная с использованием нейронной модели ИЭС, для общих выбросов парниковых газов РФ (энергети-

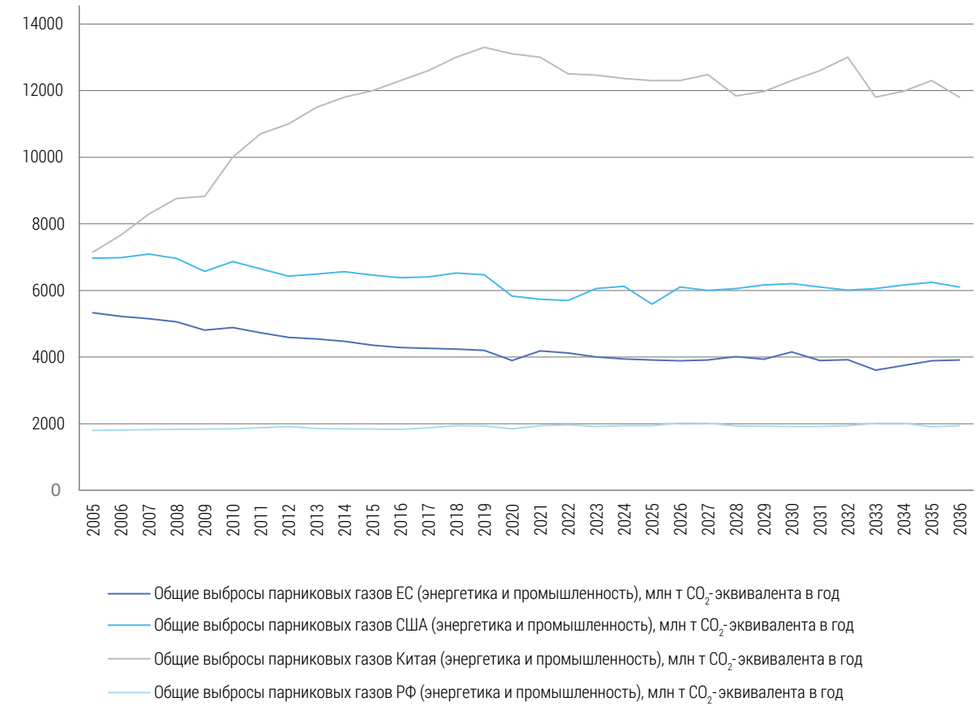


Рис. 3. Общие выбросы парниковых газов ЕС, США, КНР и РФ (энергетика и промышленность), млн т CO_2-эквивалента в год

Источники: Our World in Data, URL: https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions, результаты нейронного прогноза ИЭС

ка и промышленность) [4]. Прогноз получен с использованием данных Росстата и Российского национального кадастра антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом.

Если оценивать полученные прогнозные среднегодовые значения общих выбросов парниковых газов (в тах CO_2-эквивалента) в России за период с 2005 по 2036 гг., включающие выбросы от энергетической и промышленной деятельности, можно сделать несколько выводов.

Общие выбросы парниковых газов в России показывают некоторую вариабельность в разные годы. В первой половине периода (с 2005 по 2010 гг.) наблюдается умеренный рост выбросов. С 2011 г. происходит более заметный рост до 2020 г., после чего выбросы остаются примерно на одном уровне. В 2019 г. и 2018 г. выбросы парниковых газов достигают максимальных значений – 1933,25 и 1919,92 млн т CO_2-эквивалента соответственно. С 2020 по 2023 гг. наблюдается некоторое снижение выбросов, связанное с отложенными последствиями экономической стагнации на фоне пандемии COVID-19, но к 2024 г. их уровень вновь начнет расти.

В период с 2030 по 2036 гг. в России прогнозируется умеренное снижение выбросов, хотя они остаются на достаточно высоком уровне.

Чтобы сделать оценку места России в рейтинге количества общих выбросов среди крупнейших промышленных стран мира был также выполнен прогноз для общих выбросов парниковых газов ЕС, США, КНР, представленный на рис. 3, из которого можно сделать некоторые наблюдения.

Общие выбросы парниковых газов (в тах CO_2-эквивалента) в Европейском союзе (ЕС) с 2005 по 2036 годы снизились с 5330 млн т до 3915 млн т. Это указывает на устойчивые усилия ЕС в сокращении выбросов парниковых газов и принятии мер для борьбы с изменением климата.

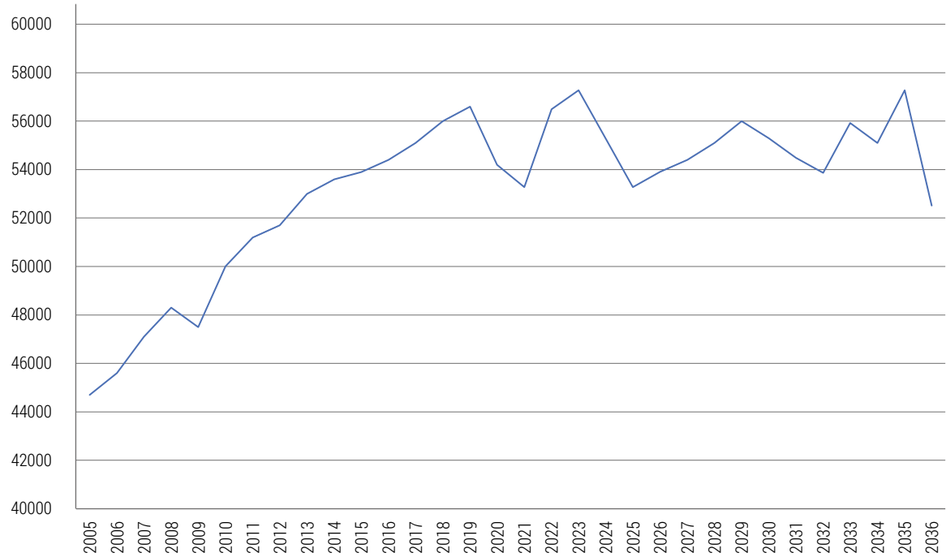


Рис. 4. Общие выбросы парниковых газов в мире (энергетика и промышленность), млн т CO_2-эквивалента в год

Источники: Our World in Data, URL: https://ourworldindata.org/greenhouse-gas-emissions, результаты нейронного прогноза ИЭС

Общие выбросы парниковых газов в США также снижаются с 6970 млн т в 2005 г. до 6106 млн т в 2036 г. Это говорит о постепенной трансформации энергетического сектора и переходе к более экологически чистым источникам энергии.

В то время как общие выбросы парниковых газов в Китае стремительно росли с 7150 млн т в 2005 г. до 13000 млн т в 2032 г. Однако, начиная с 2033 г., наблюдается небольшое снижение этого показателя. Такие значительные выбросы в Китае объясняются его быстрым экономическим ростом и высоким уровнем индустриализации.

Общие выбросы парниковых газов в России с 2005 по 2036 гг. показывают умеренный рост с 1803 млн т до 1940 млн т, оставаясь на относительно высоком уровне.

Нейронные сети способны обучаться на основе имеющихся данных и адаптироваться к изменяющимся условиям. Это позволяет более точно предсказывать будущие значения выбросов диоксида углерода

Таким образом, данные свидетельствуют о том, что Россия, Европейский союз и США предпринимают усилия по снижению выбросов парниковых газов, хотя в Европейском союзе и США этот процесс идет более активно. Важно заметить, что в перспективе сокращение выбросов становится более значимым и приобретает все большее значение в контексте глобального вызова изменения климата и необходимости борьбы с его негативными последствиями.

Если рассматривать прогнозную оценку для общих выбросов парниковых газов в мире (энергетика и промышленность) до 2036 г., представленную на рис. 4, следует отметить, что в целом глобальные выбросы парниковых газов в период с 2005 по 2036 гг. показывают некоторое увеличение с 44 700 млн т CO_2-эквивалента в 2005 г. до 52 509 млн т CO_2-эквивалента в 2036 г. Это указывает на то, что глобальные выбросы парниковых газов сохраняют тенденцию к росту, что является серьезным вызовом в контексте борьбы с изменением климата.

Отдельно стоит отметить, что выбросы парниковых газов в мире, Европейском союзе и США также показывают умеренное увеличение с 2005 г. до 2036 г., хотя этот рост менее значителен по сравнению с Китаем. Китай с 2005 по 2032 гг. продемонстрировал быстрый рост выбросов парниковых газов, однако начиная с 2033 г., наблюдается некоторое снижение этого показателя. В 2020 г. в мире произошло временное снижение выбросов, связанное, вероятно, с пандемией COVID-19 и снижением экономической активности, но к 2021 г. уровень выбросов снова начал расти.

Для вычисления средней доли России, США, Китая и ЕС в общих выбросах парниковых газов за период с 2005 по 2036 гг., мы сначала найдем суммарные выбросы каждой из стран за этот период, а затем рассчитаем их долю от общих выбросов парниковых газов мира. В результате получим, что средняя доля выбросов парниковых газов за период с 2005 по 2036 гг. составляет примерно: Россия: 3,2 %, США: 22,09 %, Китай: 14,94 %, ЕС: 13,5 %.

Полученные результаты можно объяснить следующими факторами. Доля выбросов США выше, чем Китая, т. к. США являются одной из крупнейших экономик в мире с высоким уровнем развития промышленности и технологий. Высокий уровень производства и потребления энергии в США приводит к большим выбросам парниковых газов. В США для производства энергии до сих пор активно используется уголь и нефть, которые являются основными источниками выбросов углекислого газа. В то время как Китай стремится увеличить долю возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, чтобы снизить свою зависимость от ископаемых топлив. США имеют более высокую долю промышленности в своей экономике, чем Китай. Производственные процессы, особенно в тяжелой и энергоемкой промышленности, могут привести к большим выбросам парниковых газов.

Общие выбросы парниковых газов в Китае стремительно растут с 7150 млн т в 2005 г. до 13000 млн т в 2032 г. Однако, начиная с 2033 г., наблюдается небольшое снижение этого показателя

Китай имеет гораздо большее население, чем США, и в результате может возникнуть впечатление, что его выбросы должны быть выше. Однако на практике США с их более развитой и энергоемкой экономикой все равно имеют более высокие общие выбросы.

ВЭС в селе Никольское. Камчатка, Россия

Источник: ns.mountain.ru

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА №9(188) / 2023

В целом глобальные выбросы парниковых газов в период с 2005 по 2036 гг. показывают некоторое увеличение с 44 700 млн т CO_2-эквивалента в 2005 г. до 52 509 млн т CO_2-эквивалента в 2036 г.

Если мы рассмотрим выбросы на душу населения, то выбросы в США будут выше, чем в Китае. Китай, имея огромное население, разделяет свои общие выбросы на большую численность населения, что приводит к более низким показателям на душу населения.

США и Китай значительно опережают Россию по общим выбросам парниковых газов. В среднем за этот период обе страны показывают выбросы, превышающие 50 000 млн т CO_2-эквивалента в год, тогда как Россия имеет общие выбросы около 20 000 млн т CO_2-эквивалента в год. Европейский союз также обладает более высокими выбросами по сравнению с Россией, но их уровень менее значителен, чем у США и Китая.

Прогнозная оценка выбросов диоксида углерода в восточных регионах РФ

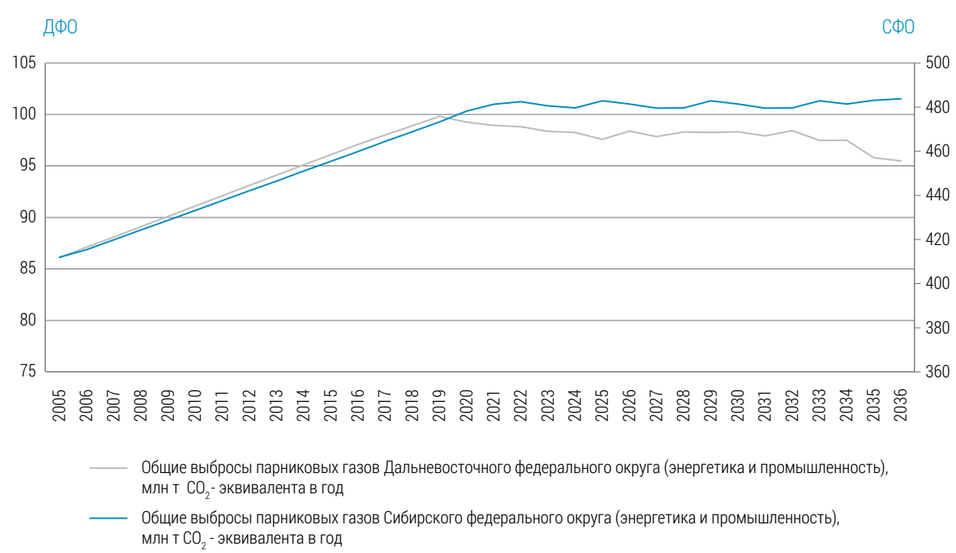
Перейдем к более детальному рассмотрению региональной составляющей выбросов диоксида углерода в Восточной части России. Если отдельно рассматривать прогнозные данные по общим выбросам парниковых газов Сибирского федерального округа и Дальневосточного федерального округа (энергетика и промышленность) РФ, представленные на рис. 5, можно провести анализ и сравнение тенденций за рассматриваемый период. Общие выбросы парниковых газов в обоих федеральных округах возрастают с течением времени, что свидетельствует о сохраняющейся тенденции роста выбросов в этих регионах.

В начале периода (2005–2006 гг.), выбросы в Сибирском федеральном округе были выше, чем в Дальневосточном федеральном округе. Однако, начиная с 2007 г., ситуация изменилась, и общие выбросы в ДФО превышают выбросы в СФО. Имеется также некоторое снижение выбросов парниковых газов в Дальневосточном федеральном округе (ДФО) начиная с 2033 г.

В целом, прогноз выбросов парниковых газов в СФО и ДФО до 2036 гг. подразумевает продолжение общего тренда устойчивого роста. Для обеспечения экологической устойчивости и снижения вредного влияния на окружающую среду, необходимы дополнительные усилия в области экологической политики, внедрения экологически чистых технологий, а также повышения осведомленности и ответственности всех участников общества в отношении охраны окружающей среды. Также стоит обратить внимание на то, что в Дальневосточном федеральном округе уровень выбросов значительно ниже, чем в Сибирском федеральном округе, несмотря на их территориальную близость. Это может быть обусловлено различиями в структуре промышленности, наличием разных видов энергетических ресурсов в ДФО.

Рис. 5. Общие выбросы парниковых газов Сибирского федерального округа и Дальневосточного федерального округа (энергетика и промышленность) РФ, млн т CO_2-эквивалента в год

Источники: Росстат, результаты нейронного прогноза ИЭС



Углеродоемкость энергии, отпускаемой источниками на органическом топливе				
	Электроэнергия, г CO_2/кВт·ч		Тепло, кг CO_2/Гкал	
Субъект РФ	ТЭС	ДЭС	ТЭС	Котельные
Российская Федерация, всего	605	648	301	299
В том числе по Федеральным округам РФ:				
Центральный	507	356	287	261
Северо-Западный	535	741	300	290
Южный	602	367	223	287
Северо-Кавказский	499	814	225	254
Приволжский	443	631	239	254
Уральский	584	642	291	268
Сибирский	940	752	404	431
Дальневосточный	922	692	365	499

Таблица 1. Углеродоемкость энергии, отпускаемой источниками на органическом топливе

В связи с отсутствием статистических данных по общим выбросам парниковых газов для отдельных регионов РФ, для геоторий Дальнего Востока уровень выбросов оценивался на основе данных работы [5], где приведена углеродоемкость энергии, отпускаемой источниками на органическом топливе (таблица 1) и данных электробаланса Росстата по потреблению электроэнергии по субъектам Российской Федерации 2005–2022 гг.

Углеродоемкость энергии (г CO_2/кВт·ч), отпускаемой источниками на органическом топливе для потребленной электроэнергии в субъектах Дальневосточного федерального округа в среднем составляет 807 г CO_2/кВт·ч. (согласно [5] и таблице 1) Для пересчета в (млн т CO_2-эквивалента в год) надо умножать выбросы CO_2 на коэффициент 1,02, который учитывает влияние других парниковых газов, таких как метан и оксид азота.

Таким образом, были получены данные по выбросам парниковых газов ДФО РФ (энергетика), млн т CO_2-эквивалента в год, которые показаны на рис. 6.

Рассматривая данные, приведенные на рис. 6 о выбросах парниковых газов от потребления электроэнергии для Дальневосточных геоторий можно отметить, что имеются существенные различия в выбросах между геоториями: ДФО в совокупности имеет около 4,91 % общих выбросов парниковых газов РФ за период 2008–2036 гг. При этом, каждая геотория в ДФО имеет свой вклад в выбросы, и самая значимая по выбросам геотория – Амурская геотория, которая вносит наибольший вклад в общие выбросы РФ. В течение рассматриваемого периода (с 2008 по 2036 гг.) выбросы парниковых газов значительно различаются между разными геоториями. Например, Магаданская геотория имеет более низкие выбросы по сравнению с другими геоториями, в то время как Амурская и Сахалинская геотории имеют более высокие выбросы. В течение периода 2008–2036 годы в некоторых геоториях (например, Чукотская геотория и Магаданская геотория) наблюдается тенденция к снижению выбросов парниковых газов. Это положительный тренд, который может быть связан с внедрением более эффективных технологий, улучшением энергоэффектив-

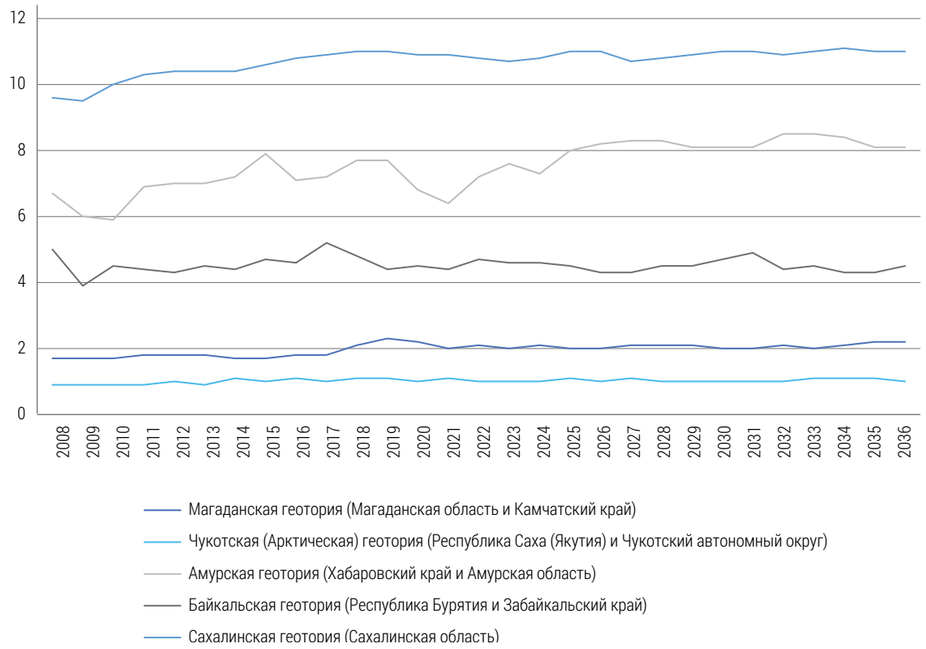


Рис. 6. Выбросы парниковых газов от потребления электроэнергии в геоториях ДФО РФ, млн т CO_2-эквивалента в год

Источники: Росстат, результаты нейронного прогноза ИЭС

ности и переходом на более экологически чистые источники энергии. В то же время, в некоторых геоториях, таких как Амурская и Сахалинская, выбросы остаются относительно стабильными или даже немного повышаются. Это может быть вызвано ростом потребления электроэнергии в этих регионах и недостаточным использованием экологически чистых источников энергии. Различия в выбросах могут быть обусловлены региональными особенностями, такими как доступность источников энергии, структура промышленности и доля использования возобновляемых источников энергии. При этом, очевидно, в некоторых геоториях ДФО есть большой потенциал для сокращения выбросов парниковых газов. Это может быть достигнуто через внедрение более экологически чистых технологий, энергоэффективность и переход на возобновляемые источники энергии.

В ДФО уровень выбросов значительно ниже, чем в СФО, несмотря на их территориальную близость. Это обусловлено различиями в структуре промышленности и разными видами энергоресурсов

Роль ВИЭ в снижении выбросов в ДФО РФ

Ориентация на местные ресурсы и расширенное использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в геоториях была бы значимым шагом с экологической точки зрения. Замена традиционных ископаемых топлив (например, нефти, мазута, газа и угля) на чистые источники энергии позволит значительно снизить выбросы парниковых газов и других загрязняющих веществ в атмосферу.

Возобновляемые источники энергии, такие как солнечная, ветровая, и гидроэнергия, являются чистыми и экологически безопасными альтернативами. Их использование не только снизит выбросы парниковых газов, но также содействует сохранению природных ресурсов и биоразнообразия регионов.

Трансформация геоторий в чистые экологические оазисы будет способствовать улучшению качества окружающей среды, защите здоровья населения и поддержанию устойчивого развития регионов. Помимо экологических выгод, развитие ВИЭ и сокращение выбросов вредных веществ также могут привести к сокращению затрат на транспортировку угля, нефти и газа, что стимулирует экономическую самостоятельность регионов.

В целом, ориентирование геоторий на местные ресурсы, включая ВИЭ, представляется перспективным шагом для обеспечения чистой, устойчивой и экологически безопасной энергетики в регионах Дальнего Востока России. Это поможет стране двигаться в направлении устойчивого развития и содействовать глобальным усилиям по борьбе с изменением климата и сохранению окружающей среды.

На основе данных о суммарной установленной мощности солнечных фотоэлектрических электростанций, работающих в геоториях ДФО на начало 2022 г. для регионов с суммарной мощностью СЭС более 5 МВт, построенных по программе ДПМ проведем расчет выработки электроэнергии в отдельных регионах ДФО. Было принято среднегодовое значение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) по данным «Системного оператора» Единой ЭС РФ 2020–2021 гг.: 15,2 % по солнечным электростанциям 14,6 % [6]. Расчет сокращения выбросов CO_2 проводился с использованием методики предложенной в работе [7]. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Трансформация геоторий в чистые экологические оазисы будет способствовать улучшению качества окружающей среды, защите здоровья населения и поддержанию устойчивого развития регионов

Анадырская ветряная электростанция 2 МВт на мысе Обсервации Анадырского района

Источник: goarctic.ru

Федеральный округ (ФО), субъект РФ	Установленная мощность СЭС на 01.01.22 г., МВт	Выработка ЭЭ за год, млн КВт·ч	Сокращение выбросов CO_2, тыс. т
Дальневосточный ФО, в том числе:	165		
Респ. Бурятия	115	153,12	69,67
Забайкальский край	50	66,58	30,29
Всего по ДФО РФ на 01.01.22 г.	330	219,7	99,96

Таблица 2. Оценка производства электроэнергии и сокращений выбросов CO2 и на действующих солнечных электростанциях в ДФО России (по состоянию на 01.01.2022 г.)

Источник: НП Совет рынка. Перечень квалифицированных энергообъектов, функционирующих на основе ВИЭ. – URL: https://www.np-sr.ru/ru/market/vie/index.htm

Согласно таблице 2, на начало 2022 года в ДФО установлена солнечная мощность СЭС общей мощностью 330 МВт. Эти солнечные электростанции смогли выработать около 219,7 млн кВт·ч электроэнергии за год. Это важный вклад в обеспечение региона солнечной энергией.

Однако, помимо экономии на производстве электроэнергии, использование солнечных электростанций позволило сократить выбросы углекислого газа на 99,96 тысяч т. Это значительное снижение вредных выбросов, которое оказывает положительное влияние на окружающую среду и помогает снизить влияние на изменение климата.

Таким образом, солнечные электростанции в ДФО играют важную роль в сокращении выбросов парниковых газов и в переходе к более чистой и устойчивой энергетике. Продолжение развития солнечной энергетики в регионе и внедрение возобновляемых источников энергии в других сферах экономики могут стать ключевыми шагами к обеспечению устойчивого развития и защите окружающей среды в Дальневосточном федеральном округе и в России в целом.

Из приведенного примера расчетов с оценками производства электроэнергии и сокращений выбросов CO_2 и на действующих солнечных электростанциях в ДФО России можно сделать несколько важных выводов о роли возобновляемых источников энергии в снижении выбросов парниковых газов в Дальневосточном федеральном округе ДФО РФ:

1. **Эффективность сокращения выбросов**. Использование возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия (СЭС), позволяет добиться значительного снижения выбросов парниковых газов. Например, в данном примере установленная мощность солнечных электростанций составляет 165 МВт, что позволило сократить выбросы CO_2 на 99,96 тыс. т CO_2-эквивалента в год. Это является значительным вкладом в снижение загрязнения атмосферы парниковыми газами.
2. **Региональное воздействие.** Каждая геотория (регион) в ДФО вносит свой вклад в снижение выбросов CO_2. В данном примере установленные солнечные электростанции в Республике Бурятия и Забайкальском крае позволили сократить выбросы на 69,67 тыс. т и 30,29 тыс. т CO_2-эквивалента в год соответственно.
3. **Важность разнообразия ВИЭ.** Применение различных видов возобновляемых источников энергии в разных регионах позволяет оптимизировать снижение выбросов. Например, солнечные электростанции имеют свои особенности и применимы не во всех условиях. Регионы могут воспользоваться также ветровой энергией, гидроэнергией и другими ВИЭ, адаптируя использование к особенностям своей территории.

Значительное сокращение выбросов достигается не сразу, а постепенно, по мере развертывания и развития возобновляемых источников энергии. Важно поощрять инвестиции в ВИЭ и стимулировать развитие этой отрасли. Применение возобновляемых источников энергии позволяет создавать экологически чистые зоны (экологические оазисы), которые способствуют более чистой и здоровой окружающей среде, а также снижают зависимость от традиционных источников энергии, таких как нефть и уголь.

Выводы

В результате прогнозной оценки общего состояния эмиссии CO_2 в мире и России было выявлено, что выбросы парниковых газов продолжают расти во всем мире, представляя серьезную угрозу для окружающей среды и климатической стабильности. Особенно важно отметить участие России в общем объеме выбросов CO_2, так как страна является одним из крупнейших производителей этих газов.

Проанализировав данные о выбросах CO_2 в различных регионах мира, можно отметить, что Восточные регионы России, в частности Сибирский и Дальневосточный федеральные округа, не являются исключением. Общие выбросы парниковых газов в этих регионах также продолжают увеличиваться, что требует срочных и эффективных мер по сокращению вредного влияния на окружающую среду.

Ориентация на местные ресурсы и активное использование возобновляемых источников энергии в геоториях Восточных регионов России представляется перспективным подходом для снижения выбросов парниковых газов. Применение чистых источников энергии, таких как солнечные электростанции, позволит снизить зависимость от традиционных ископаемых топлив и способствовать более экологически безопасной энергетике.

Представленные данные показывают устойчивую тенденцию роста выбросов парниковых газов в этих регионах, и особенно важно обратить внимание на значительное увеличение общих выбросов в Дальневосточном федеральном округе начиная с 2007 г.

Основываясь на данных о суммарной установленной мощности солнечных фотоэлектрических электростанций в Дальневосточном федеральном округе, была представлена оценка производства электроэнергии и сокращения выбросов CO_2. Применение возобновляемых источников энергии, таких как солнечные электростанции, доказало свою эффективность в снижении вредных выбросов и внесло значимый вклад в обеспечение региона экологически чистой энергией.

Оценка выбросов парниковых газов на уровне геоторий имеет ряд преимуществ. Она обеспечивает более точный анализ и учет уникальных особенностей каждого региона, что позволяет разрабатывать более эффективные стратегии по сокращению выбросов и устойчивому развитию. Точные и надежные данные на уровне геоторий улучшают качество анализа и принятия решений.

Важность разнообразия ВИЭ также была подчеркнута. Различные регионы могут использовать разные виды возобновляемых источников энергии, адаптированные к особенностям своей территории, чтобы оптимизировать снижение выбросов. Продолжение развития ВИЭ и применение их в различных сферах экономики могут стать ключевыми шагами к обеспечению устойчивого развития и защите окружающей среды в регионах Восточной части России и в целом в стране.

Проведение оценки выбросов парниковых газов в рамках понятия «геотория» играет важную роль в формировании экологически устойчивой энергетики на региональном уровне и способствует общим усилиям по борьбе с изменением климата и сохранению окружающей среды. Применение возобновляемых источников энергии, а также разработка специфических мер для каждого региона, могут способствовать улучшению качества окружающей среды и обеспечению устойчивого будущего для восточных регионов России.

Использованные источники

1. *Бушуев В.В., Зайченко В.М. Энергетика геотории // Региональная энергетика и энергосбережение. 2021. № 3. С. 50–53.*
2. *Соловьев Д.А., Нефедова Л.В., Бушуев В.В. Местные энергоресурсы и ВИЭ геоторий Дальневосточного федерального округа России // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник трудов XXIV Международной научно-практической конференции: в 2 т. Москва, 20-22 апреля 2023 г.Т. 2. – 419 с. Москва: РУДН, 2023. С. 129–136.*
3. *Бушуев В.В., Сокотущенко В.Н. Интеллектуальное прогнозирование в энергетике // Инновационная электроэнергетика – 21. Москва: Энергия, 2016.*
4. *Санеев Б., Иванова И., Ижбулдин А., Майсюк Е. Оценка территориальной структуры выбросов диоксида углерода от объектов энергетики в Российской Федерации // Энергетическая политика. 2022. № 11 (177). С. 92–103.*
5. *Gerbinet S., Belboom S., Léonard A. Life Cycle Analysis (LCA) of photovoltaic panels: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014. (38). С. 747–753. DOI:10.1016/j.rser.2014.07.043.*
6. *Nefedova L.V., Solovyev D.A. Current and Prospective Role of Solar and Wind Energy in Reducing CO2 Emissions in Russia // Applied Solar Energy. 2023. № 1. С. 104–112. DOI:10.3103/S0003701X2360025X.*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Оформить подписку на журнал «Энергетическая политика» на 2023 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

Российская Энергетическая Неделя 2023

РОСКОНГРЕСС Пространство доверия

ГАЗПРОМ НЕФТЬ | СТРЕМИМСЯ К БОЛЬШЕМУ!

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЗАРУБЕЖНЕФТЬ

ЛУКОЙЛ

ГАЗПРОМБАНК

БЛАГОТВОРИТЕЛЬНЫЙ ФОНД TATNEFT

РОССЕТИ

www.ge-gas.ru

GAS ENGINEERING

НАШИ КОМПЕТЕНЦИИ — ВАШЕ ПРЕИМУЩЕСТВО

ЭКСПЕРТЫ В ОБЛАСТИ ПРИЁМА, ХРАНЕНИЯ И ОТГРУЗКИ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

Санкт-Петербург
Лиговский пр-т, 266-О

Москва
ул. Сретенка, д. 24/2, с. 1

+7 812 418 84 30
info@ge-gas.ru