

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНДУСТРИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Л. Г. Лунькова, А. Н. Гульков

*ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,  
Владивосток, Россия*

**Ключевые слова:** газомоторное топливо; ожижение газов; регазификация; сжиженный природный газ; КриоАЗС.

**Аннотация:** Приведено описание текущего состояния мирового и российского рынков сжиженного природного газа мало-, средне- и крупнотоннажных сегментов, трендов развития отрасли, существующих технологий и направлений использования продукта по различным направлениям: в качестве газомоторного топлива, для бункеровки судов, автономной газификации удаленных населенных пунктов и промышленных предприятий, не имеющих доступа к трубопроводному газу.

### Введение

Сжиженный природный газ (СПГ) играет важную роль в современном мире, особенно в контексте энергетической безопасности, экологии и глобальной экономики. Так, развитие инфраструктуры для хранения и транспортировки СПГ (терминалы для сжижения и регазификации) способствует созданию новых рабочих мест и экономическому росту в регионах, где они расположены. Кроме того, СПГ считается более экологически чистым топливом, что делает его привлекательным вариантом для стран, стремящихся сократить выбросы парниковых газов и перейти к более устойчивым источникам энергии. Сжиженный природный газ предоставляет странам возможность диверсифицировать источники энергии и снизить зависимость от трубопроводного газа, что особенно важно для стран, которые не имеют доступа к месторождениям природного газа или находятся в регионах с нестабильной политической ситуацией. Этот далеко неполный перечень преимуществ СПГ как раз и обуславливает текущее развитие криогенной отрасли, а также задает тренды экологичного, энергетически эффективного и технологичного использования данного продукта во многих сферах энергетики.

---

Лунькова Лилия Геннадьевна – аспирант департамента энергетических систем, e-mail: lunikova.lg@dvfu.ru; Гульков Александр Нефедович – доктор технических наук, профессор департамента нефтегазового дела и нефтехимии, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», Владивосток, Россия.

## Производственные мощности

По состоянию на начало 2025 года в России работают 26 малотоннажных заводов по производству СПГ, общей мощностью 387 тыс. тонн. В 2024 году состоялся ввод в эксплуатацию малотоннажных производств СПГ в Волгоградской области (ООО «Газпром гелий сервис»), Тюменской (ООО «Газпром СПГ технологии»), Свердловской (ООО «Аметист»), в городах Кашире и Тольятти (ООО «НОВАТЭК-СПГ топливо»), Приморском крае (ООО «Аврора СПГ»). В стадии строительства находятся 26 СПГ-заводов, и их общая мощность оценивается в 754 тыс. т.

В 2025 году ожидается ввод в эксплуатацию комплексов сжижения природного газа (КСПГ) в Республике «Татарстан» (ООО «ТопГаз»), Свердловской области (ООО «АГРО-АКТИВ»), ЯНАО (ООО «Газпром СПГ технологии») и др. В Сахалинской области (ООО ПСК «Сахалин») и Приморском крае (ООО «Аврора СПГ») планируется расширение действующих КСПГ.

Общее заявленное количество СПГ-проектов, установленная мощность которых 2 836 тыс. т в год, оценивается на уровне 56 [1].

Согласно «Плану мероприятий по развитию рынка малотоннажного сжиженного природного газа и газомоторного топлива в Российской Федерации на период до 2025 года» (от 13.02.2021 № 350-р) целевой показатель совокупной мощности СПГ-заводов – 83 т/ч или почти 700 тыс. т в год. Действующие и перспективные КСПГ, планируемые к вводу в 2025 году, не соответствуют планируемым показателям и составят менее 500 тыс. т СПГ. Это связано с тем, что сложившаяся рыночная обстановка и неблагоприятная денежно-кредитная политика в стране привели к переносу сроков реализации значительной части проектов по строительству производственной СПГ-инфраструктуры в России. Кроме того, в 2024 году впервые попали под ограничения (включены в новый санкционный список США SDN OFAC) российские малотоннажные проекты: ООО «СПГ Якутия» (КСПГ «Нижний Бестях») и ООО «НОВАТЭК-СПГ топливо Кашира» (КСПГ «НОВАТЭК – Кашира») [2], что однозначно сподвигло компании на переоценку рисков в рамках предпроектной проработки инвестиционных СПГ-проектов.

Среднетоннажные новости РФ – завершение модернизации «Газпром СПГ Портовая» с ростом установленной мощности на 6 %. В среднетоннажном сегменте действует три завода общей мощностью 3,44 млн т в год, четыре проекта заявлены к реализации в 2027 – 2029 гг. общей мощностью до 6,5 млн т СПГ в год. К 2026 году планируется ввод двух линий «Арктик СПГ 2». К 2030 году будут построены и введены в эксплуатацию первая и вторая линии «РусХимАльянс», а также третья линия «Арктик СПГ 2». На период реализации до 2035 года заявлено строительство следующих объектов: первая – третья линии «Мурманский СПГ», «Обский ГХК», «Дальневосточный СПГ», «Якутский СПГ». Три крупнотоннажных завода по производству СПГ действуют в настоящее время в России (один на о. Сахалин, и два в ЯНАО): «Сахалин-2» (2 линии по 5,5 млн т СПГ в год), «Арктик СПГ 2» (6,6 млн т/год), «Ямал СПГ» (3 линии по 6,5 млн т/год). Общая мощность действующих производств составляет 37,1 млн т СПГ в год.

Таблица 1

**Инфраструктура мировой отрасли СПГ**

Параметр	Производство СПГ, млн т в год	Газовозы, млн т СПГ грузоподъемности	Регазификация СПГ, млн т в год
По состоянию на декабрь 2024 года	475	53,5	972
Ввод в 2025 году	41,2	5,4	84,6
Прирост в 2025 году, в % от текущих мощностей	8,7	10,1	8,7

Еще четыре крупнотоннажных проекта находятся в стадии реализации (вторая и третья линии «Арктик СПГ 2», «Комплекс по переработке этансодержащего газа и производству СПГ» в Усть-Луге, «Мурманский СПГ» и «Обский СПГ»). Совокупная мощность реализуемых объектов составляет 51,7 млн т СПГ в год. На период реализации до 2030 года заявлено строительство еще двух крупнотоннажных заводов в Хабаровском крае (ООО «Сахалин-1» и ПАО «ЯТЭК») суммарной мощностью 16 млн т в год [1].

Инфраструктура мировой отрасли СПГ по состоянию на декабрь 2024 года представлена в табл. 1.

**Применение СПГ. Мировой рынок**

Начиная с 1990-х годов активно развиваются различные проекты использования СПГ в качестве моторного топлива на водном, железнодорожном и автомобильном транспорте – до этого основной формой метанового топлива для транспорта привычным был компримированный (сжатый) природный газ (КПГ).

Среди колесных транспортных средств популярностью пользуются автобусы, магистральная (тягачи), карьерная (самосвалы) и сельскохозяйственная техника (тракторы).

На судах СПГ, как основной вид топлива, используется как на грузовых, так и на пассажирских перевозках:

– официально первым грузовым судном стал контейнеровоз *Isla Bella* (спуск на воду 18 апреля 2015 года);

– первым пассажирским круизным лайнером на СПГ стал *AIDAnova* (спущен на воду 21 августа 2018 года).

В России выпускается тепловоз ТЭМ19, работающий на СПГ. По результатам успешной эксплуатации планируют до 2030 года внедрить еще шесть тепловозов-аналогов, использующих СПГ в качестве топлива на железнодорожном транспорте.

В настоящее время дочерними структурами «Роскосмоса» разрабатываются ракетные двигатели, использующие в качестве топлива «СПГ + жидкий кислород».

Таблица 2

**Ключевые показатели развития мирового рынка СПГ**

Показатель	1995	2000	2005	2010	2019	2023	2024
Количество технологических линий	44	56	68	94	120	127	156
Мощность заводов СПГ, млн т	89	122	171	270	427	467	508
Количество терминалов по регазификации СПГ	31	40	51	83	153	194	230
Мощность терминалов по регазификации СПГ, млн тонн	280	334	380	600	920	1143	1184
Количество танкеров	66	104	167	360	601	772	800+
Объем торговли СПГ, млн т	74	92	130	220	355	404	425
Доля СПГ в международной торговле газом, %	20,5	26,0	26,2	30,5	49,3	58,6	59,4

Практически за 30 лет рынок СПГ вырос в 5,5 раз. Сегодня он обеспечивает почти 60 % торговли газом. Ключевые показатели развития мирового рынка СПГ представлены в табл. 2 [3]. Поставки СПГ становятся важным инструментом в международной политике. Например, в свете геополитических конфликтов, многие страны пересматривают свои энергетические стратегии в пользу увеличения импорта СПГ.

**Технологические инновации в сфере СПГ**

Современные технологии сжижения и регазификации стали более эффективными, что снизило себестоимость производства и транспортировки газа. Все существующие технологии принципиально основаны на цикле Клода, Линде или Капицы. На сегодняшний день их уже бесчисленное множество модификаций.

В малотоннажном производстве популярностью пользуется дроссельно-эжекторный цикл высокого давления с предварительным охлаждением фреоном, детандерные циклы высокого, среднего и низкого давления, а также одноконтурный цикл сжижения природного газа смесевым хладагентом.

В средне- и крупнотоннажном производстве используют каскадные схемы сжижения природного газа от двух до пяти контуров со смесевым или однокомпонентным хладагентом. Среди распространенных технологий – СЗMR (цикл смешанного хладагента с предварительным охлаждением пропаном), DMR (технология двойного смешанного хладагента), арк-

тический каскад (с выделением этана и его использованием в качестве хладагента), цикл Брайтона и многие другие, принципиально схожие технологии.

Однако сегодня разрабатывают новую, «прорывную» технологию – технологию магнитного охлаждения. Разработка сверхпроводящих магнитов прогрессирует последние годы: охлаждение магнитным полем до 22 Тл может стать причиной революции в области технологий сжижения природного и других газов.

Ученые из Национальной лаборатории сильных магнитных полей в Таллахасси (штат Флорида) создали в 2019 году самое сильное в мире непрерывное магнитное поле – 45,5 Тл. Раньше также могли достичь таких параметров, но удержать их более 1 мс не удавалось. В настоящее время магниты с меньшим магнитным полем, порядка 20 Тл, установлены повсеместно. Как раз такие магниты планируют использовать для глубокого охлаждения в индустрии СПГ. Созданием технологии магнитного охлаждения занимаются в лаборатории ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет» [4].

Кроме того, санкционные ограничения скорректировали политику компаний-операторов средне- и крупнотоннажных проектов мыслить в парадигме доступных зарубежных технологий и способствовали выработке нестандартных решений, а также импортозамещению многих узлов основного технологического оборудования.

Перечень потенциальных лицензиаров и поставщиков оборудования пополняется отечественными компаниями, а патентная база российских компаний пополнилась крупнотоннажной технологией «Арктический микс» и среднетоннажной – «Энергия Восхода».

### **Будущие тренды**

Ожидается, что доля СПГ в мировом энергобалансе будет расти. Инвестиции в инфраструктуру, такие как терминалы для регазификации и дополнительные проекты по сжижению, продолжают увеличиваться [5].

Прогнозируется, что в результате ввода новых активов мировые мощности СПГ к 2035 году вырастут на 398 млн т от текущего уровня производства [6].

Активный рост спроса на СПГ в России связан с возрастающей потребностью предприятий в снижении вредных выбросов при сжигании топлива для выработки энергии, а также их заинтересованностью в использовании экологически чистого топлива с высокими показателями энергетической эффективности.

### **Заключение**

Сжиженный природный газ занимает важное место в глобальной энергетической системе, способствуя как экономическому развитию, так и экологической устойчивости.

Развитие и создание новых технологий в сфере производства и рационального использования СПГ – необходимый элемент для создания и развития благоприятной, экологичной среды в энергетике в целом. Производство и использование СПГ стимулируют развитие новых технологий в области добычи, транспортировки и хранения газа, что может привести к повышению энергетической эффективности процессов, сокращению операционных издержек предприятий топливно-энергетического комплекса.

Важным инструментом для поддержания устойчивого развития СПГ-бизнеса является государственная поддержка (региональные программы развития отрасли, субсидирование). Пролонгация действующих и внедрение новых правительственных программ станет дополнительным стимулом к расширению производственных мощностей для компаний, реализующих и планирующих к реализации СПГ-проектов.

#### *Список литературы*

1. Справочные материалы. Карта российской СПГ отрасли 2025. Экономическая лаборатория Александра Климентьева. – Текст : электрон. – URL : <https://ak-lab.rf/lngmap> (дата обращения: 13.04.2025).
2. U.S. Department of the Treasury. As Russia Completes Transition to a Full War Economy, Treasury Takes Sweeping Aim at Foundational Financial Infrastructure and Access to Third Country Support. – URL : <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy2404> (дата обращения: 10.04.2025).
3. Кондратов, Д. И. Будущее мирового рынка природного газа / Д. И. Кондратов // Российский внешнеэкономический вестник. – 2022. – № 1. – С. 66 – 82.
4. Лунькова, Л. Г. Технология магнитного охлаждения – технология будущего / Л. Г. Лунькова, Г. С. Мельников, А. Н. Гульков // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности : сб. науч. ст. по итогам Второй Междунар. науч. конф., Казань, 28–29 февраля 2020 г. – 2020. – Часть 1. – С. 124 – 126.
5. Федорова, В. А. Индустрия СПГ: ключевые тенденции развития / В. А. Федорова // Сжиженный природный газ: проблемы и перспективы : тезисы докл. I Всерос. науч.-практ. конф., Москва, 30 ноября – 01 декабря 2021 г. – 2021. – С. 108 – 109.
6. Shell LNG Outlook 2024 – 2024. – 36 P. – URL: <https://www.shell.com/what-we-do/oil-and-natural-gas/liquefied-natural-gas-lng/lng-outlook-2024.html> (дата обращения: 23.12.2024).

#### *References*

1. Available at: <https://ak-lab.rf/lngmap> (accessed 13 April 2025).
2. Available at: <https://home.treasury.gov/news/press-releases/jy2404> (accessed 10 April 2025).
3. Kondratov D.I. [The future of the global natural gas market], *Rossiyskiy vneshneekonomicheskiy vestnik* [Russian Foreign Economic Bulletin], 2022, no. 1, pp. 66-82. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Lun'kova L.G., Mel'nikov G.S., Gul'kov A.N. *Prioritetnyye napravleniya innovatsionnoy deyatel'nosti v promyshlennosti* [Priority Areas of Innovative Activity in Industry: Coll. of Scientific Articles Based on the Results of the Second International Scientific Conf., Kazan, February 28–29, 2020], 2020, part 1, pp. 124-126. (In Russ.)
5. Fedorova V.A. *Szhizhenny prirodnny gaz: problemy i perspektivy* [Liquefied Natural Gas: Problems and Prospects: Abstracts of the Report of the I All-Russian

Scientific and Practical Conf., Moscow, November 30 – December 1, 2021], 2021, pp. 108-109. (In Russ.)

6. Available at: <https://www.shell.com/what-we-do/oil-and-natural-gas/liquefied-natural-gas-lng/lng-outlook-2024.html> (accessed 23 December 2024).

---

## **Current State of the Liquefied Natural Gas Industry**

**L. G. Lunkova, A. N. Gulkov**

*Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia*

**Keywords:** gas motor fuel; gas liquefaction; regasification; liquefied natural gas; Cryogas stations.

**Abstract:** The article describes the current state of the global and Russian liquefied natural gas markets of small, medium and large-tonnage segments, industry development trends, existing technologies and areas of product use in various areas: as a gas motor fuel, for bunkering ships, autonomous gasification of remote settlements and industrial enterprises that do not have access to pipeline gas.

---

© Л. Г. Лунькова, А. Н. Гульков, 2025