

08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)

УДК 338.45

DOI: 10.37493/2307-907X.2021.2.18

**Шоров Ерстем Заурбиевич, Гладиллин Александр Васильевич,
Рябухин Николай Дмитриевич**

СПГ (СЖИЖЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ГАЗ): ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РЕГИОНАЛЬНЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В статье рассмотрены приоритетные задачи и основные направления развития сжиженного природного газа исходя из региональной социально-экономической системы. Проведен анализ перспектив производства и потребления СПГ на территории Северо-Кавказского и Южного федеральных округов. На основе проведенного анализа состояния и развития отрасли авторами статьи предложена площадка для размещения СПГ-комплекса, а также схема расположения автомобильных заправочных станций для заправки СПГ в СКФО и ЮФО. Особое внимание уделяется использованию сжиженного природного газа в качестве моторного топлива. Обоснованы целевые сегменты потребления СПГ

Ключевые слова: СПГ, инфраструктура сжиженного природного газа, природный газ, характеристики СПГ, региональная экономика.

Erstem Shorov, Alexander Gladilin, Nikolay Ryabukhin

LNG (LIQUEFIED NATURAL GAS): PROSPECTS FOR PRODUCTION AND USE IN REGIONAL SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

The article presents the priority tasks and the main directions of the development of liquefied natural gas, based on the regional socio-economic system. Carried out the prospects of LNG production and consumption in the North Caucasus and Southern Federal Districts. Based on the analysis of the state and development of the industry, the authors of the article proposed a site for the placement of an LNG complex, as well as a layout of automobile gas stations for refueling LNG in the North Caucasus Federal District and the Southern Federal District. Special attention is paid to the use of liquefied natural gas as a motor fuel. The target segments of LNG consumption are justified.

Key words: LNG, LNG infrastructure, natural gas, LNG characteristics, region economics.

Введение / Introduction. Современное состояние мировых энергосистем характеризуется всё более интенсивной динамикой и вариативностью в использовании исходных природных ресурсов, а также формах доставки и применения их конечного продукта. Рынок природного газа играет в данном комплексе одну из ведущих ролей и также подтвержден трансформационным изменениям.

Основной проблемой в данной сфере всегда было решение задач доставки ресурса к конечным местам потребления, поскольку современное мировое состояние и развитие газовой промышленности характеризуется тем, что локализация большинства месторождений природного газа не совпадает с основными рынками его потребления.

В настоящее время принципиально возможными способами доставки этого ресурса являются его транспортировка в собственно газообразном состоянии по трубопроводам либо сжижение газа и доставка специальными транспортными средствами (танкеры, ж/д, автоцистерны и другое) в места потребления. Выбор определяется исходя из следующего условия: в тех случаях, когда строительство трубопровода от поставщика к потребителю является технически затруднительным, экономически невыгодным или политически мотивированным, транспортировка сжиженного природного газа становится единственно возможным способом поставки газа на рынок.

Материалы и методы / Materials and methods. Сжиженный природный газ (СПГ) – это прозрачная криогенная жидкость с температурой $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ при атмосферном давлении. Для его транспортировки используются специальные криогенные емкости в виде полуприцепов-цистерн или танк-контейнеров, а для хранения – криогенные резервуары.

СПГ стал играть все более заметную роль в международной торговле газом и энергоресурсами. Это связано с тем, что при традиционной форме доставки газа производитель и потребитель связаны трубопроводом и, таким образом, формируют стационарную систему с дорогостоящей и негибкой инфраструктурой, а СПГ-вариант предоставляет возможность альтернативных решений как для продавца, так и для покупателя, весьма значимых в рыночных условиях развития мировой экономики.

Показатели, характеризующие нынешнее состояние СПГ-индустрии в мире, приведены в таблице 1*.

Таблица 1

Показатели развития СПГ-индустрии в мировой экономике, 2018 г

Показатель	Величина
Общие поставки СПГ, млрд м ³	432,0
Цепной темп прироста поставок, %	9,0
Доля СПГ в международной торговле газом, %	40,0
Количество стран, экспортирующих СПГ, ед.	18
Количество стран, импортирующих СПГ, ед.	42
Производственные мощности в странах-лидерах, млн тонн:	
Катар	77,0
Австралия	66,0
Малайзия	29,3
США	23,0
Нигерия	21,9
Тринадад и Тобаго	15,5

*Источник: СПГ Конгресс, 2020

Как следует из приведенных данных, эта отрасль выходит на передовые позиции в комплексе энергообеспечения многих государств мира, и российская СПГ-индустрия также развивается ускоренными темпами и уже входит в число ведущих государств в данной области (таблица 2).

Таблица 2

Состояние и перспективы СПГ-индустрии в России *

Показатель	Величина
Мощности СПГ-заводов в России (2018 г.), млн т	26,1
Планы по производству СПГ (2030 г.), млн т	70,0
Российский экспорт СПГ (2018 г.), млн т	16,4
Планы российского экспорта СПГ (2025 г.), млн т	47,9
Цепной темп прироста спроса на СПГ (2019 г.), %	15,0

*Источник: СПГ Конгресс, 2020

Следует отметить, что в России уже имеются предприятия, которые могут быть отнесены к СПГ-индустрии (действующие производства размещены на Ямале, в Пермском крае, Московской и Ленинградской областях, а также в городах Санкт-Петербург, Псков, Новокузнецк, Якутск,

Южно-Сахалинск). В зависимости от производственной мощности среди них выделяют заводы: крупнотоннажные – с производительностью технологических линий свыше 3 млн т СПГ в год; среднетоннажные – с производительностью от 1 до 3 млн т СПГ в год; малотоннажные – с мощностью менее 1 млн т СПГ в год.

Данные проекты выполнялись на основе различных технологических подходов, имеющих свои положительные и отрицательные аспекты, поэтому необходим системный анализ их деятельности и эффективности с целью разработки рекомендаций для ответа на возникающие проблемы системного характера.

Среди вызовов, с которыми сталкиваются российские компании в СПГ-индустрии, можно выделить: технологические, технические, логические и инфраструктурные, политические и внешнеполитические, нормативные и юридические, административные, финансовые, экономические, кадровые.

Дальнейшее развитие сферы производства и использования сжиженного природного газа в Российской Федерации требует научного обоснования и решения ряда важных народнохозяйственных задач, связанных со спецификой отечественной экономики и её территориальными особенностями.

Одной из актуальных задач в России при этом становится определение оптимальных вариантов развития СПГ-производств, адаптированных к региональным особенностям страны. Необходимо комплексное решение вопросов, основанное на пространственно-отраслевом подходе с увязкой балансировки «производство – потребление» в каждой региональной социально-экономической системе.

Наши исследования показывают, что в данном комплексе задач первоочередными являются:

- определение оптимального типа и технико-технологических параметров производств по сжижению газа, адаптированных к региональным условиям;
- идентификация зон реализации вырабатываемого продукта на основе экономического обоснования и построения схемы взаимосвязей с потребителями.

Решение данных вопросов предполагает, с одной стороны, обоснование мест локализации производства, источников сырьевого обеспечения и типажа оборудования для получения СПГ, а с другой – определение основных возможных сфер потребления получаемого продукта (моторное топливо, энергетика и др.), их структуризацию и установление возможного «ареала влияния».

Такой подход предлагается нами на примере одного из субъектов Северо-Кавказского федерального округа – Ставропольского края, самого газифицированного региона Российской Федерации (99,8 %).

В настоящее время на территории регионов РФ в составе Южного и Северо-Кавказского федерального округов отсутствует инфраструктура по производству и переработке сжиженного природного газа (метана). В разное время проводился ряд предынвестиционных исследований возможности создания объектов малотоннажного производства СПГ, а также терминалов по его перевалке в морских портах Азово-Черноморского бассейна.

В связи с этим перспективными можно признать следующие инвестиционные проекты:

- терминал по перевалке СПГ в морском порту Новороссийск (предприятия группы «Газпром»);
- терминал по перевалке СПГ в морском порту Махачкала (предприятия группы «Газпром»);
- терминал по перевалке СПГ в морском порту Оля (предприятия группы «Газпром»);
- завод по малотоннажному производству СПГ и метанола у населенного пункта Кошехабль (ООО «Южгазэнерджи»);
- завод по малотоннажному производству СПГ в городе Буденновске (предприятия группы «Лукойл»).

На основе проведенного анализа состояния и развития отрасли авторами статьи определены площадки для размещения СПГ-комплексов. Наиболее перспективным местом для размещения малотоннажного завода СПГ является производственная площадка нефтехимического комплекса ООО «Ставролен», расположенного в г. Буденновске. На базе собственных мощностей по переработке газа предлагается проработать вариант размещения комплекса СПГ для синергии с существующим заводом полимеров и средней химии (гликолей, спиртов, олефинов и пр.). Малотоннажное производство СПГ мощностью 50 тыс. т / год будет способствовать развитию инфраструктуры потребления СПГ на территории региона, повысит экономическую эффективность работы предприятия, использующего в качестве сырья попутный нефтяной газ с месторождений Северного Каспия.

Одновременно со строительством завода будет развиваться инфраструктура пунктов заправки сжиженным природным газом: постройка полноценных криозаправочных и внедрение модулей на уже существующие объекты. Это позволит охватить основные направления грузоперевозки по краю при планируемом расстоянии между крио-АЗС не более 300 км (экономически обоснованный радиус доставки СПГ автомобильным транспортом составляет 600–700 км от объекта производства) и предоставить возможность использования данного вида топлива в Северо-Кавказском регионе (Карачаево-Черкесская Республика, Чеченская Республика, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская Республика, Республика Дагестан, Республика Северная Осетия-Алания).

Важное место в сфере потребления СПГ занимает моторное топливо. В соответствии с ГОСТ Р 56021-2014 СПГ подразделяется на следующие марки:

- марка А – высокой чистоты с постоянной теплотой сгорания, используется в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок с узкими пределами регулирования;
- марка Б – для использования в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания;
- марка В – используется в качестве топлива для энергетических установок.

В мировой практике использования СПГ в качестве газомоторного топлива приняты топливные системы, работающие при следующих давлениях СПГ:

- 3 бара, что соответствует температуре $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 8 бар, что соответствует температуре $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 18 бар, что соответствует температуре $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В зависимости от давления СПГ, на котором будет работать топливная система автотранспорта, формируется состав оборудования заправочного пункта, а также принимаются выходные параметры СПГ (давление, температура) на установке сжижения.

Именно требования к СПГ как к моторному топливу для двигателей внутреннего сгорания определяют основные аспекты для выбора технологии сжижения природного газа.

Заправки автобусов, грузовых и легковых автомобилей СПГ имеет важные преимущества перед дизельным топливом: увеличенный запас хода, более низкие финансовые затраты на 1 км пути (до 1,5 тыс. км от заправки до заправки против 500 км у ДТ), увеличение ресурса двигателя до 2 раз. Преимущества СПГ как топлива представлены на рисунке 1.

Сильной стороной социально-экономического развития Ставропольского края является наличие на территории ключевого узла газотранспортной системы Российской Федерации и южной Европы. Ставрополье обладает самой развитой в стране сетью автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). В регионе – 21 АГНКС и два передвижных заправщика. Одновременно со строительством завода будет развиваться инфраструктура пунктов заправки сжиженным природным газом: постройка полноценных криозаправочных и внедрение модулей на уже существующие объекты. Это позволит охватить основные направления грузоперевозки по

краю при планируемом расстоянии между крио-АЗС не более 300 км, расстоянии доставки СПГ от завода до 1000 км и пробеге 600–700 км. Субсидирование строительства Крио-АЗС (40 % от средней стоимости станций в 150 млн руб.) компенсирует отрицательные финансовые потоки в первые 3 года после строительства и уменьшит сроки окупаемости на 2 года, т. е. до 7–8 лет. Одним из ключевых преимуществ региона размещения производства СПГ является расположение вблизи основных транспортных магистралей Юга России: Р-215, Р-216, Р-219 и относительная близость к М-4.



Рис. 1. Основные преимущества СПГ как топлива

Результаты и обсуждение / Results and discussion. Авторами статьи предложена схема расположения возможных объектов СПГ на территории СКФО и ЮФО (рис. 2).



Рис. 2. Расположение возможных объектов потребления СПГ на территории СКФО и ЮФО

Подпрограмма «Развитие рынка газомоторного топлива» государственной программы Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» реализуется с целью активизации перехода транспорта на использование природного газа в качестве моторного топлива. Согласно ей, целевой объем потребления природного газа в качестве моторного топлива к 2030 году в России составит 10,7 млрд куб. м, количество объектов газозаправочной инфраструктуры – 2,3 тыс. (рис. 3–5). Доля СПГ-сегмента среди автотранспорта достигнет более 15 % (в 2018 году этот показатель был равен 0 %).

Согласно Стратегии социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025, развитие автомобильного транспорта предусматривает реализацию пилотных проектов по использованию природного газа и других альтернативных видов топлива на городском общественном транспорте, на регулярных грузовых перевозках в черте города.

Благодаря своим свойствам природный газ может использоваться во всех сегментах транспорта. КППГ эффективен на транспорте, который эксплуатируется в городских локациях: пассажирский, легкий грузовой, легковой транспорт, коммунальная техника.

Целевыми сегментами потребления СПГ станут магистральный автомобильный, железнодорожный, водный транспорт, карьерная и сельскохозяйственная техника. Таким образом, рынки КППГ и СПГ в качестве моторного топлива дополняют друг друга и развиваются параллельно.

В Ставропольском крае производится около 8–10 % российских объемов зерна, более 4 % сахарной свеклы, 5 % подсолнечника. В аграрном секторе наиболее высокие показатели отмечаются в растениеводстве, и в первую очередь в зерновом производстве. Применение СПГ на территории Ставропольского края возможно в сельскохозяйственной деятельности не только для автомобилей, комбайнов, тракторов, но и для сушки семян и фруктов, копчения сельхозпродукции, приготовления кормов и защиты теплолюбивых растений от заморозков в открытом грунте. Обеспечить сельскохозяйственную технику сжиженным природным газом возможно с помощью КриоПАГЗ – передвижных автогазозаправочных станций.

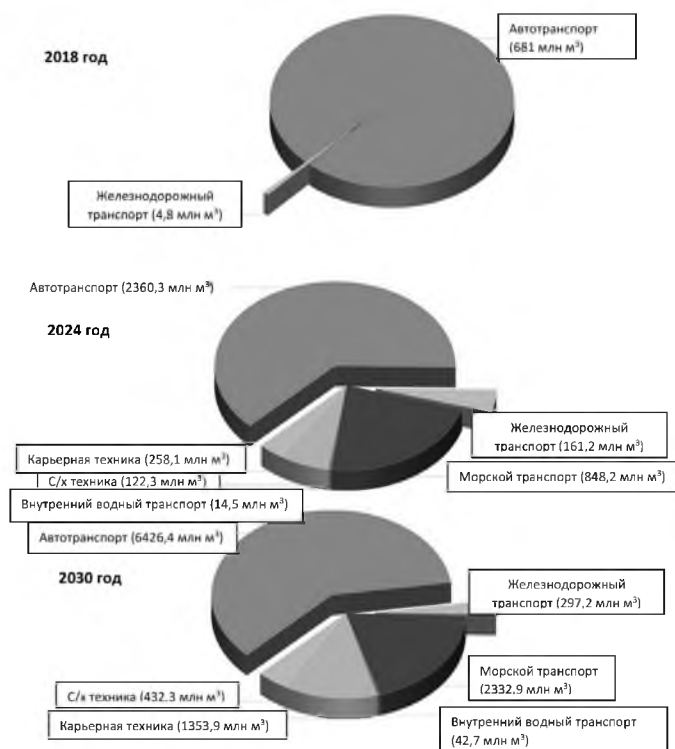


Рис. 3. Структура использования газа на транспорте в Российской Федерации

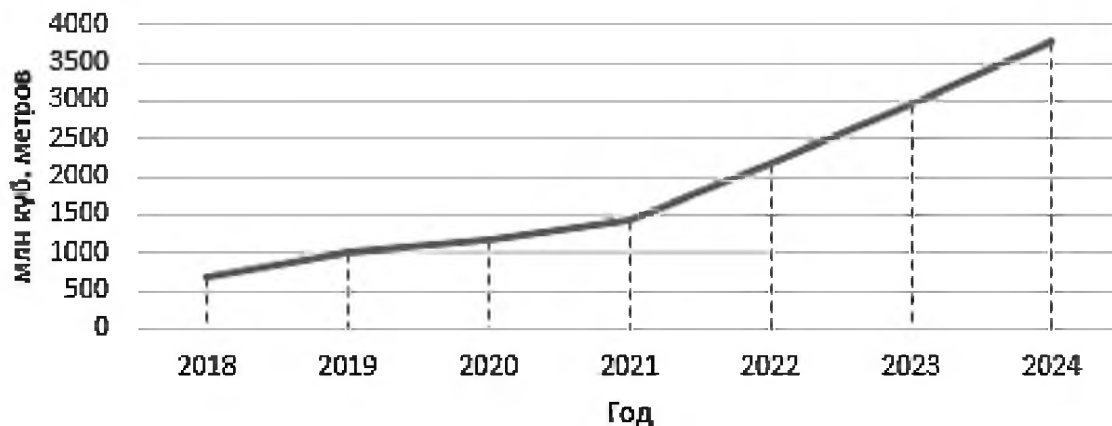


Рис. 4. Зависимость объема потребления природного газа в качестве моторного топлива от года

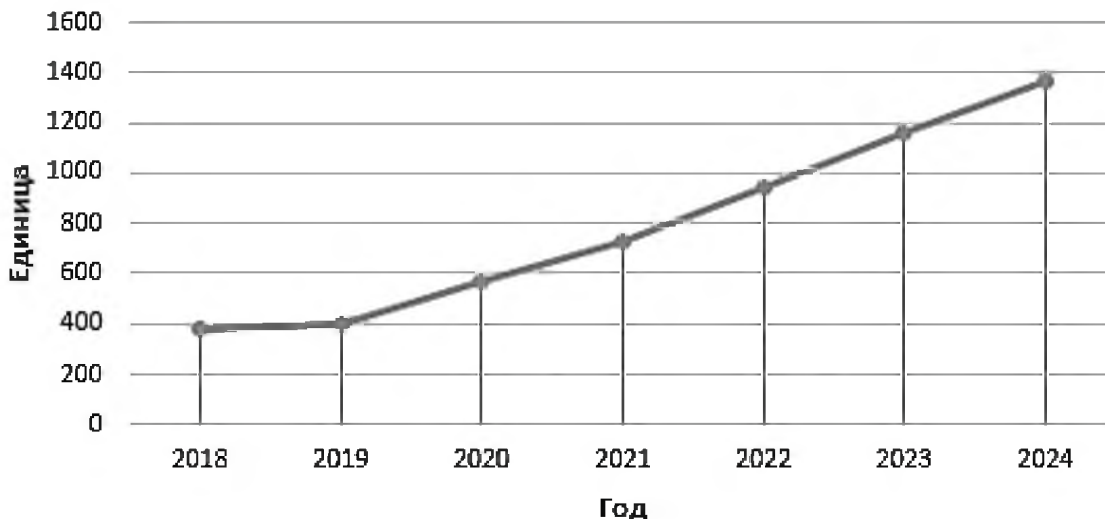


Рис. 5. Зависимость количества объектов автогазозаправочной инфраструктуры от года

Отдельно необходимо отметить потенциал СПГ в качестве топлива энергоустановок предприятий и обособленных объектов энергетики, хозяйственно-бытовых нужд. Важно выделить, что основным топливом тепловых электростанций Ставропольской энергосистемы является природный газ, резервным – мазут. С целью повышения эффективности работы тепловых электростанций возможно использование СПГ в качестве резервного топлива.

Для повышения эффективности производства СПГ, получаемого на ООО «Ставролен», экономически целесообразно также проработать вопросы газоснабжения удаленных горных населенных районов республик Северного Кавказа и перспективы экспорта в зарубежные государства (Армения, Азербайджан, Грузия, Турция).

Заключение / Conclusion. По итогам проведенного исследования предложено комплексное научно-технологическое обоснование производства и применения СПГ на основе анализа индустрии СПГ в СКФО и ЮФО. Таким образом, очевидно, что к решению данной проблематики необходимо подходить с системных позиций и учетом региональной специфики.

ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. – URL: <http://static.government.ru/media/files/Z31ADuvq0eoXlknPdhwWRYI22ISdhpas.pdf>. – Текст : электронный.
2. Стратегия социально-экономического развития СКФО до 2025 года. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902238361>. – Текст : электронный.
3. Стратегия социально-экономического развития Ставропольского края до 2035 года. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/fcb7d966464bd532dc8187c2e733dc15/CK_2019.pdf. – Текст : электронный.
4. ГОСТ Р 56021-2014. Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия (Переиздание) : дата издания 2016-01-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200110779>. – Текст : электронный.
5. Федорова, Е. Б. Становление мировой индустрии СПГ / Е. Б. Федорова // Транспорт на альтернативном топливе. – 2011. – № 2 (20). – С. 74–79. – Текст : непосредственный.
6. Федорова, Е. Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование / Е. Б. Федорова. – Москва : РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2011. – 159 с. – Текст : непосредственный.
7. Федорова, Е. Б. Комплексное научно-технологическое обоснование производства сжиженного природного газа : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.17.07 / Федорова Елена Борисовна. – Москва, 2020. – 360 с. – Текст : непосредственный.
8. Шоров, Е. З. Перспективы развития инфраструктуры газовой промышленности: региональные аспекты / Е. З. Шоров, Н. Д. Рябухин, А. В. Гладилин // Высшая школа: научные исследования : материалы межвузовского Международного конгресса (г. Москва, 10 декабря 2020 г.). Т. 1. – Москва : Инфинити, 2020. – 183 с. – Текст : непосредственный.
9. Официальный сайт International Gas Union: World LNG Report, 2020 [online]. – URL: <https://www.igu.org/app/uploads-wp/2020/04/2020-World-LNG-Report.pdf> – Текст : электронный.
10. Официальный сайт Linde Engineering: Mid-scale is scaling out, 2020 [online]. – URL: <https://www.linde-engineering.com/en/index.html> – Текст : электронный.

REFERENCES AND INTERNET RESOURCES

1. Transportnaja strategija Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda. – URL: <http://static.government.ru/media/files/Z31ADuvq0eoXlknPdhwWRYI22ISdhpas.pdf>.
2. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitija SKFO do 2025 goda. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902238361>.
3. Strategija social'no-jekonomicheskogo razvitija Stavropol'skogo kraja do 2035 goda. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/file/fcb7d966464bd532dc8187c2e733dc15/CK_2019.pdf.
4. GOST R 56021-2014. Gaz gorjuchij prirodnyj szhizhennyj. Toplivo dlja dvigatelej vnutrennego sgoranija i jenergeticheskijh ustanovok. Tehnicheskie uslovija (Perezizdanie): data izdanija 2016-01-01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200110779>.
5. Fedorova, E. B. Stanovlenie mirovoj industrii SPG (The Emergence of the Global CNG Industry) / E. B. Fedorova // Transport na al'ternativnom toplive. – 2011. – № 2 (20). – S. 74–79.
6. Fedorova, E. B. Sovremennoe sostojanie i razvitie mirovoj industrii szhizhennogo prirodnogo gaza: tehnologii i oborudovanie (Current status and development of the world liquefied natural gas industry: technologies and equipment) / E. B. Fedorova. – Moskva : RGU nefti i gaza imeni I. M. Gubkina, 2011. – 159 s.
7. Fedorova, E. B. Kompleksnoe nauchno-tehnologicheskoe obosnovanie proizvodstva szhizhennogo prirodnogo gaza (Integrated scientific and technological support for the production of liquefied natural gas) : dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehniceskijh nauk: 05.17.07 / Fedorova Elena Borisovna. – Moskva, 2020. – 360 s.
8. Shorov, E. Z. Perspektivy razvitija infrastruktury gazovoj promyshlennosti: regional'nye aspekty (Prospects for gas infrastructure development: regional dimensions) / E. Z. Shorov, N. D. Rjabuhin, A. V. Gladilin // Vysshaja shkola: nauchnye issledovanija : materialy mezhvuzovskogo Mezhdunarodnogo kongressa (g. Moskva, 10 dekabrtja 2020 g.). Tom 1 – Moskva : Infiniti, 2020. – 183 s.

9. Official website International Gas Union: World LNG Report, 2020 [online] URL: <https://www.igu.org/app/uploads-wp/2020/04/2020-World-LNG-Report.pdf>.
10. Official website Linde Engineering: Mid-scale is scaling out, 2020 [online] URL: <https://www.linde-engineering.com/en/index.html>.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шоров Ерстем Заурбиевич, аспирант СКФУ, инженер ООО «ННГП» ОП в г. Ставрополе. E-mail: erstem-shorov@mail.ru

Гладилин Александр Васильевич, доктор экономических наук, профессор, СКФУ. E-mail: agladilin@ncfu.ru

Рябухин Николай Дмитриевич, начальник технологического отдела ООО «ННГП» ОП в г. Ставрополе. E-mail: Nikolay.Ryabukhin@nngproekt.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Erstem Shorov, Post-graduate student of the NCFU, engineer of NNGP LLC, Stavropol branch office. E-mail: erstem-shorov@mail.ru

Alexander Gladilin, Doctor of Economics, Professor, NCFU. E-mail: agladilin@ncfu.ru

Nikolay Ryabukhin, Head of Process engineering department NNGP LLC, Stavropol branch office. E-mail: Nikolay.Ryabukhin@nngproekt.ru