

УДК 334.71 + 334.75

УПРАВЛЕНИЕ ГРАФИКАМИ СПРОСА НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ СПГ

Дзюба А.П.

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

Информация о статье

Принята 05 марта 2021 г.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, неравномерность спроса, управление спросом, ЕСГ России, годовая продолжительность спроса, энергетическая эффективность.

DOI: 10.26730/2587-5574-2021-1-51-62

Аннотация.

Статья посвящена исследованию возможностей применения свободных мощностей действующих и строящихся заводов по производству сжиженного природного газа в России. Автором проводится исследование параметров неравномерности спроса на потребление природного газа на различных уровнях Единой системы газоснабжения России, с выводами о существующих резервах повышения энергетической эффективности в среде неравномерности спроса. В условиях развития технологий сжиженного природного газа, строительства значительных мощностей заводов по производству СПГ и прогнозируемом снижении загрузки заводов по производству СПГ автором предложено использовать свободные мощности заводов СПГ в качестве инструментов управления спросом на природный газ на уровне крупных потребителей, формирующих основную неравномерность спроса на газ, а именно электростанций, газовых котельных и промышленных потребителей природного газа. Использование технологий СПГ позволяет исключить необходимость производства и транспортировки природного газа в периоды максимума энергосистемы, что позволяет исключить перегрузки работы газовых заводов, систем распределения природного газа, газовых распределительных станций, что приводит к комплексному снижению затрат на газоснабжение потребителей природного газа, и повысить надежность и устойчивость газоснабжения.

MANAGING DEMAND SCHEDULES FOR NATURAL GAS CONSUMPTION IN RUSSIAN INDUSTRY BASED ON LNG TECHNOLOGIES

Dzyuba A. P.

South Ural state University (national research university)

Article info

Received March 05, 2021

Keywords:

liquefied natural gas, unevenness of demand, demand management, UGS of Russia, annual duration of demand, energy efficiency

Abstract.

The article is devoted to the study of the possibilities of using the available capacities of existing and under construction plants for the production of liquefied natural gas in Russia. The author studies the parameters of uneven demand for natural gas consumption at various levels of the Unified Gas Supply System of Russia, with conclusions about the existing reserves for improving energy efficiency in an environment of uneven demand. In terms of technology development of liquefied natural gas, construction of significant facilities of LNG plants, and the projected decrease in load LNG plants, the author proposed to use spare capacity of LNG plants as a management tool in the natural gas demand at the level of large consumers, representing the major irregularity of gas demand, namely, power stations, gas boilers and industrial consumers of natural gas. The use of LNG technologies eliminates the need for production and transportation of natural gas during periods of maximum power system, which eliminates the overload of gas plants, natural gas distribution systems, gas distribution stations, which leads to a comprehensive reduction in the cost of gas supply to natural gas consumers, and increase the reliability and stability of gas supply.

1 Introduction / Введение

Одним из ключевых направлений развития мировых отраслей топливно-энергетического комплекса является реализация стратегий энергосбережения и повышения энергетической

эффективности. Повышение энергетической эффективности направлено на снижение удельных затрат на потребление топливно-энергетических ресурсов при сохранении эквивалентного объема производимой продукции и оказываемых услуг. В условиях развития информационных и коммуникационных технологий производится развитие систем управления и мониторинга, применяемых в отраслях топливно-энергетического комплекса, позволяющих выполнять централизованный и удаленный контроль, а также управление энергопотреблением отдельными промышленными объектами, работающими на основе потребления топливно-энергетических ресурсов, основную долю из которых составляют электрическая энергия и природный газ. Одним из основных направлений в области повышения энергетической эффективности, активное развитие которых в мире произошло на основе повсеместного внедрения информационных и коммуникационных технологий, является управление спросом на электрическую энергию, внедрение которого производится как в экономически развитых странах мира, так и в странах развивающихся, в том числе и в России.

Управление спросом на электропотребление представляет собой инициативную форму экономического взаимодействия между потребителями электрической энергии и энергетическими компаниями, направленного на выравнивание волатильности графиков электрических нагрузок, формируемых в энергосистеме в связи с сезонностью и сменностью работы потребителей электрической энергии. Выравнивание волатильности графиков спроса на электроэнергию приводит к сокращению затрат электроэнергетической системы на производство электрической энергии, что приводит к конечному эффекту в виде снижения тарифов на отпускаемую электроэнергию для всех потребителей, действующих в энергосистеме. Подробнее об управлении спросом на электропотребление автором посвящен отдельный цикл работ [1-3].

Помимо управления спросом на потребление электрической энергии, наиболее важным направлением повышения эффективности потребления топливно-энергетических ресурсов является управление спросом на потребление природного газа. Особенности формирования спроса на потребление природного газа значительно схожи с потреблением электрической энергии и выражаются в следующих особенностях:

- волатильный характер спроса на потребление газа на различных уровнях, вызванный сезонностью либо сменностью работы промышленного газопотребляющего оборудования;
- поставка природного газа централизованной системой газоснабжения, в которой все потребители и производители газа работают в едином технологическом режиме производства и потребления газа;
- необходимость подстраивания режимов работы производителей газа под индивидуальные режимы выборки газа конечными потребителями;
- отсутствие возможности управления или мгновенного ограничения режимов потребления газа отдельными потребителями со стороны операторов энергосистемы в случае нарушения режимов выборки газа;
- влияние режимов потребления газа одним потребителем на смежных потребителей, действующих в рамках системы газоснабжения.

2 Materials and methods / Материалы и методы

В СССР в середине 1950-х годов, с момента начала централизованной газификации регионов и советских республик, была выявлена проблема неравномерности спроса на потребление природного газа. В этот период появилось достаточно большое количество исследований, посвященных влиянию неравномерности спроса на потребление газа на экономические показатели его отпуска, и необходимости выравнивания спроса на потребление природного газа со стороны народного хозяйства. Среди таких работ можно выделить ученых А.А. Киселева [4], Н.Л. Стаскевича [5], А.К. Картунова [6], Л.А. Мелентьева [7], Ю.И. Данилевича [8], И.Я. Фурмана [9] и т.д. В работе ученого И.Я. Фурмана «Экономическая эффективность использования природного газа в промышленности» 1963 года [10] для выравнивания графиков поставок газа потребителям было предложено три инструмента регулирования:

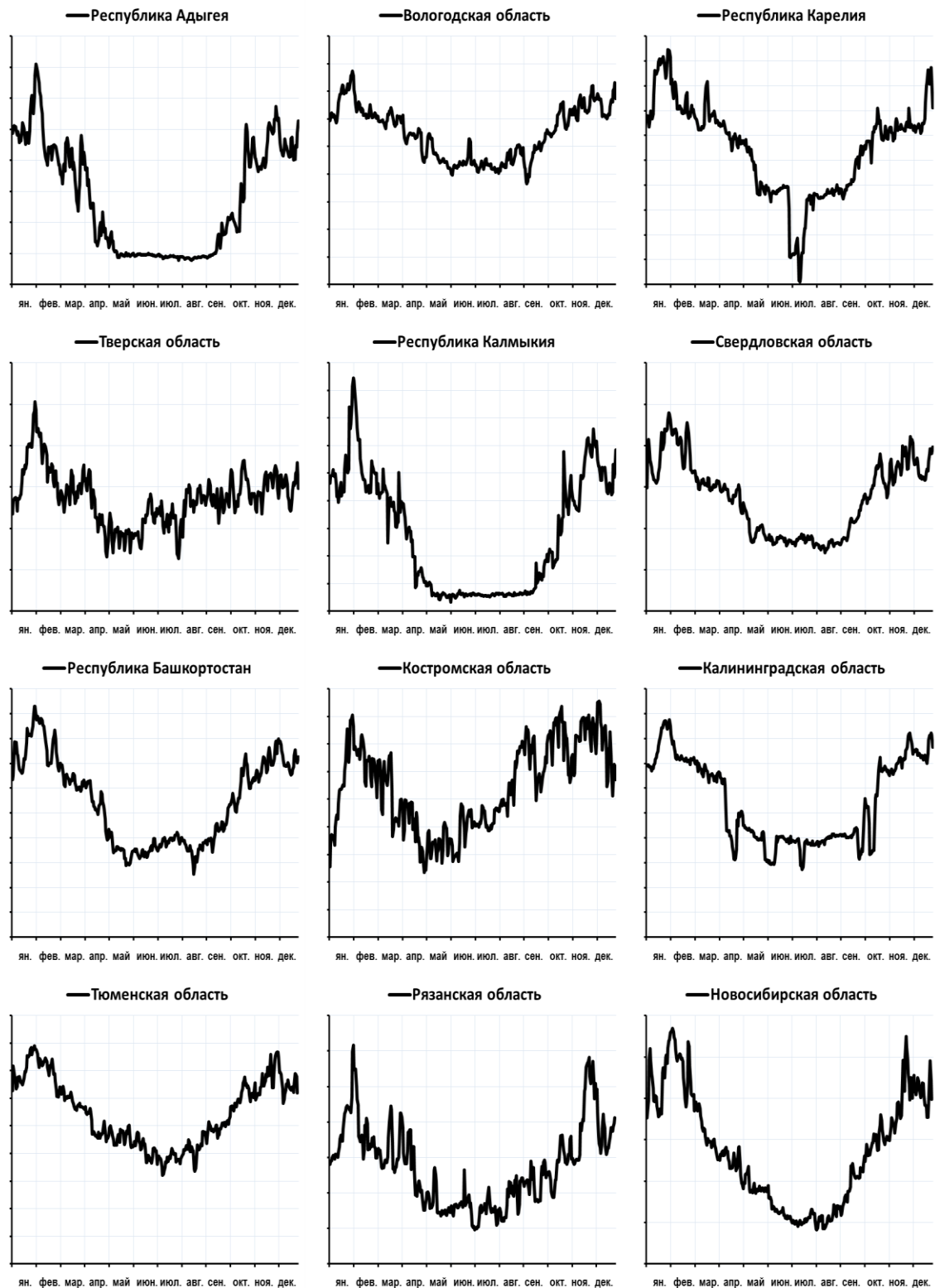


Рис. 1. Графики посуточного спроса на потребление природного газа в некоторых регионах России за 2017 год [11, 12]

- 1) Использование подземных хранилищ газа [13];
- 2) Использование резервов магистральных газопроводов;
- 3) Использование «буферных потребителей» (или потребителей-регуляторов);

После 1990-х годов из-за спада спроса на потребление природного газа вопросу выравнивания режимов потребления природного газа уделялось все меньше внимания. По мнению

автора, в современных экономических условиях, т.е. в период развития рынков природного газа в России, увеличения стоимости отпуска природного газа, реализации политики в области повышения энергетической эффективности, а также развития информационных и коммуникационных технологий в области учета и управления потреблением газа вопрос управления спросом на потребление природного газа может получить существенную актуальность.

На рисунках 1 представлены графики посуточного спроса на потребление газа в некоторых регионах России за 2017 год, подчеркивающие значительные параметры сезонной волатильности спроса на потребление природного газа в регионах России. На рисунке 2 представлены графики годовой продолжительности потребления природного газа в некоторых регионах России за 2017 год, подчеркивающие формирование годовых периодов, в которых нагрузка спроса на потребление газа в регионах является значительной, при этом продолжительность периодов пикового спроса на газ является короткой, не превышающей 7% всего периода продолжительности спроса. Таким образом, для обеспечения кратковременных периодов максимума годовых нагрузок системе газоснабжения приходится обеспечивать значительные резервы газотранспортной инфраструктуры ЕСГ России, что существенно затратно [14].

Существенный вклад в неравномерность спроса на графики волатильности выработки природного газа России вносит экспортная составляющая отечественного природного газа, доля которой составляет треть от общего объема производства природного газа в стране. На рисунке 3 представлены диаграммы объемов экспорта газа из России за период 2011-2018 гг. в поквартальной разбивке. Из диаграмм следует, что спрос экспортных контрактов на потребление природного газа в России также характеризуется сезонной волатильностью, что в еще большей степени увеличивает нагрузку на газовую промышленность страны, связанную с необходимостью обеспечения волатильности спроса экспортных контрактов.

Несмотря на давнюю постановку проблемы выравнивания спроса на потребление природного газа, выполнение значительного количества исследований, выполненных советскими учеными в этой области, необходимость повышения энергетической эффективности топливно-энергетического комплекса и газовой промышленности России, задача извлечения резервов повышения энергетической эффективности газовой промышленности за счет выравнивания волатильности спроса на потребление природного газа сохраняет актуальность и в современных условиях.

Одним из ключевых драйверов для внедрения управления спросом на потребление природного газа в России может являться строительство ряда заводов по производству сжиженного природного газа (далее – СПГ). Технология СПГ представляет собой природный газ (метан CH_4), переводимый в состояние жидкости посредством охлаждения до температуры минус 160°C [15, 16]. Сжижение СПГ производится для его хранения и транспортировки, для дальнейшего использования природный газ обратно, путем регазификации, преобразуется в газообразное состояние. При сжижении природный газ уменьшается в объеме примерно в 600 раз, что значительно снижает стоимость его транспортировки и хранения и существенно расширяет страны мира, которые могут использовать СПГ [17]. В настоящий момент развитие технологии СПГ является одним из приоритетных направлений развития стран – производителей газа и позволяет существенно увеличить экспорт природного газа в виде СПГ [18-20].

В работе советского ученого А.И. Боткилина в 1973 году [21] исследуется зарубежный опыт покрытия пиков неравномерности потребления газа посредством использования пропановоздушной смеси, сжиженного природного газа и искусственных горючих газов. В диссертации ученого Ю.Г. Мутовина в 1988 году [22] автором предлагается покрытие пиковых неравномерностей газопотребления сжиженным природным газом. Данный опыт свидетельствует об интересе управления спросом на потребление природного газа на основе СПГ еще во времена СССР.

В современном мире технологии производства и транспортировки СПГ получают значительное развитие, что приводит к увеличению объемов его производства и расширению применения СПГ странами мира, доля потребления природного газа в топливном балансе которых прежде была минимальной.

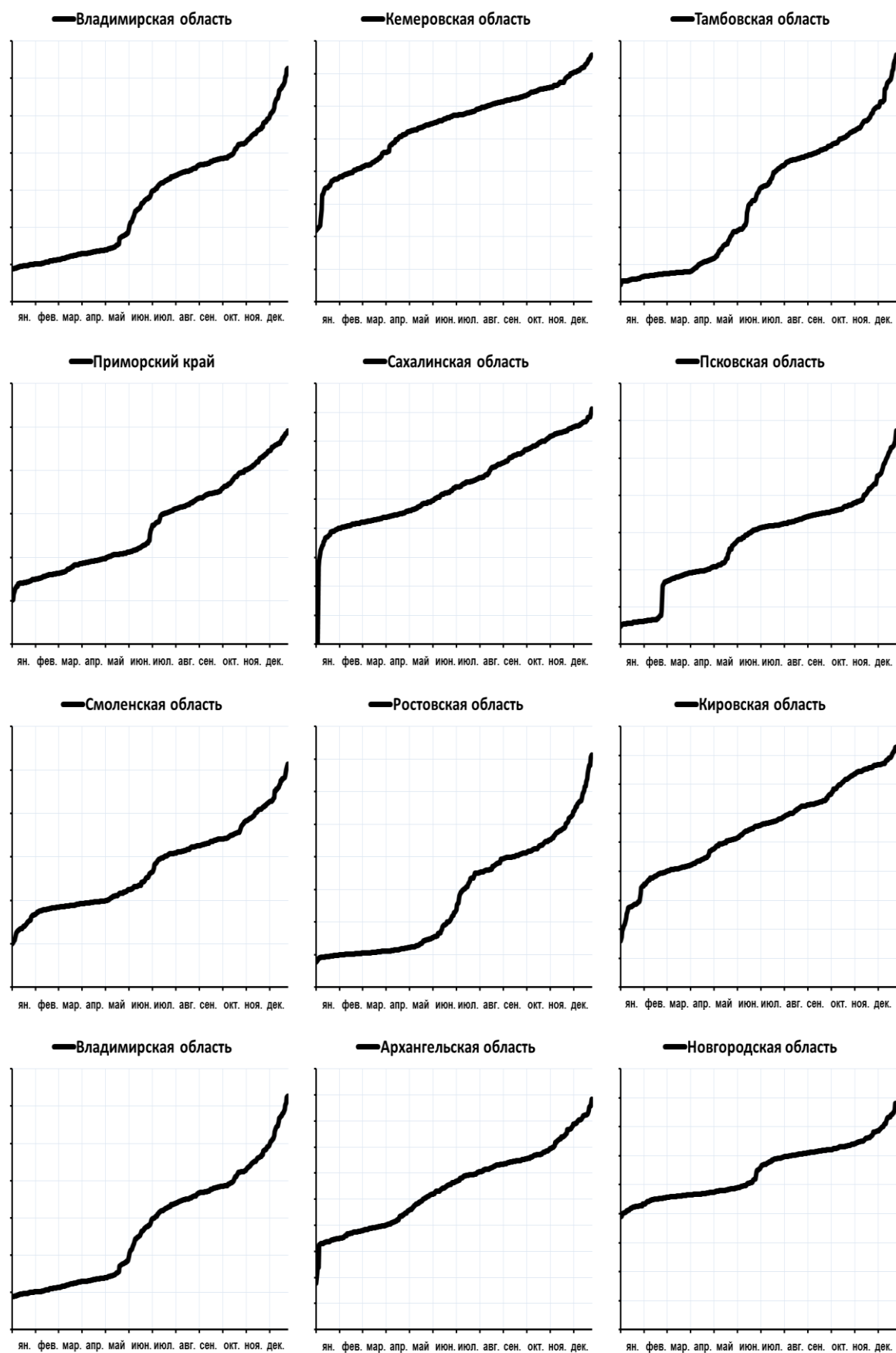


Рис. 2. Графики годовой продолжительности потребления природного газа в некоторых регионах России за 2017 год [11, 12]

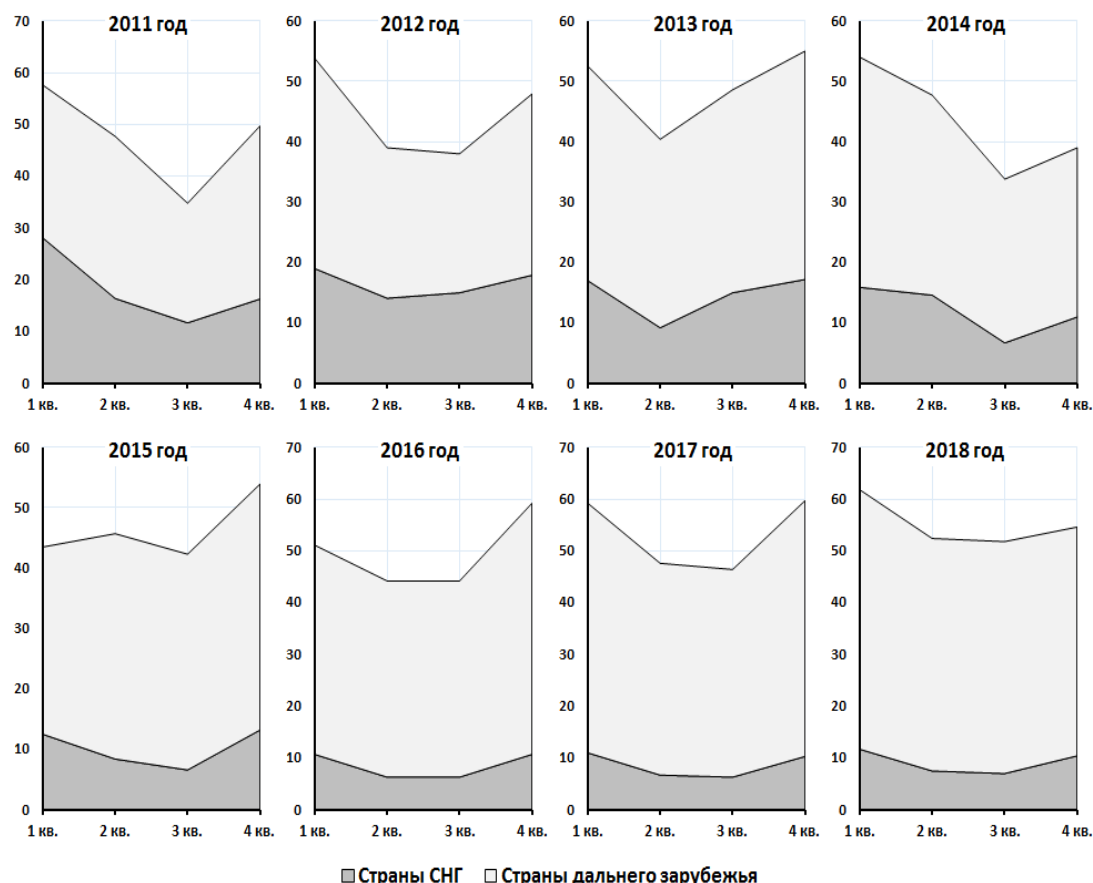


Рис. 3. Объемы экспорта газа из России за период 2011-2018 гг. в поквартальной разбивке [11, 12]

3 Results and discussion / Результаты и обсуждение

Россия как ведущий мировой производитель сетевого природного газа также осуществляет развитие компетенции производства и экспорта СПГ. Россия вышла на мировой рынок СПГ в 2009 году, с момента запуска проекта «СПГ Сахалин-2» со строительством завода мощностью 10,2 млн тонн СПГ в год. Следующий рост объема экспорта СПГ Россией в период с 2019 года связан с запуском проекта «Ямал СПГ» мощностью 16,5 млн тонн СПГ в год [23]. При этом объемы экспорта СПГ России существенно отстают от объемов экспорта Катаром и Австралией, которые продолжают наращивать мощности по строительству заводов по производству СПГ. Из-за высокого спроса на СПГ в различных странах мира в последнее десятилетие проявился интерес многих стратегических инвесторов к проектам в области СПГ. Среди запущенных российских проектов также можно выделить «Криогаз-Высоцк СПГ», запущенный в Выборгском районе Ленинградской области, имеющий проектную мощность 01,1 млн тонн в год. Среди строящихся российских проектов, планируемых к запуску до 2025 года, можно выделить «Арктик СПГ-2», «Балтийский СПГ», «Владивосток-СПГ», «Дальневосточный СПГ».

Несмотря на рост мирового спроса СПГ, в различных источниках (для примера можно привести аналитический обзор Vugon consulting 2018 года «Мировой рынок СПГ: иллюзия избытка») говорится о существенном среднемировом снижении загрузки заводов по производству СПГ, с 95% в 2004 году до 82% в 2018 году. Снижение коэффициента загрузки заводов СПГ связано как с расширением предложения СПГ на мировых рынках новыми построенными заводами, так и со снижением цен на сетевой природный газ, что приводит к снижению прибыльности заводов СПГ, а также спроса на СПГ, производимого заводами [24, 25].

В качестве одного из ключевых решений для загрузки избыточных мощностей заводов по производству СПГ можно предложить использование СПГ в качестве технологии управления спросом на потребление природного газа в отдельных элементах Единой системы газоснабжения России. Преимущество СПГ, выражаемое в возможности его хранения в больших объемах,

позволяет осуществлять производство и запасы СПГ в периоды сезонного, недельного либо суточного минимума энергосистемы, с последующей регазификацией СПГ и выдачей природного газа в локальную систему газоснабжения. Выдача регазифицированного природного газа в сеть потребителей в период максимума спроса на потребление природного газа позволяет исключить необходимость производства и транспортировки природного газа в периоды максимума энергосистемы, что позволяет исключить перегрузки работы газовых заводов, систем распределения природного газа, газовых распределительных станций (ГРС).

Потребление СПГ в периоды максимума спроса на потребление природного газа позволяет выровнять суточную и годовую неравномерность графиков спроса на потребление природного газа, что, как представлено на диаграммах рисунка 4, приведет к снижению пиков годовых графиков продолжительности нагрузок потребления природного газа из Единой системы газоснабжения. Это позволит за счет сокращения требуемых резервов всех уровней Единой системы газоснабжения снизить затраты газовой промышленности на отпуск природного газа потребителям, действующим в рамках энергорайона, на которых производится управление спросом, а также повысить надежность и устойчивость функционирования Единой системы газоснабжения в периоды критических максимумов спроса на потребление природного газа.

Одной из ключевых особенностей отрасли газовой промышленности России является высокая доля потребления природного газа на нужды электрогенерации. Доля потребления природного газа электростанциями в России составляет 58% от общего потребления природного газа в стране, таким образом, спрос на потребление газа электрогенерацией вносит вклад в неравномерность спроса на потребление природного газа в Единой системе газоснабжения России [26]. На рисунке 5 представлен график посуточного спроса на потребление природного газа в Пермском крае и электростанциями Пермского края за 2017 год, который подчеркивает значительный вклад электрогенерации в посуточную, недельную и сезонную волатильность спроса на потребление природного газа в масштабах региональной системы газоснабжения.

Потребление СПГ непосредственно электростанциями энергосистемы позволяет исключить затраты на транспортировку сетевого природного газа до газопотребляющего оборудования электростанций и высвободить мощности газотранспортной системы в периоды максимума спроса как на потребление природного газа, так и на потребление электроэнергии [27]. По аналогичному принципу может выполняться управление спросом прочими потребителями природного газа, такими как газовые котельные и промышленные потребители природного газа, вносящие вклад в неравномерность спроса.

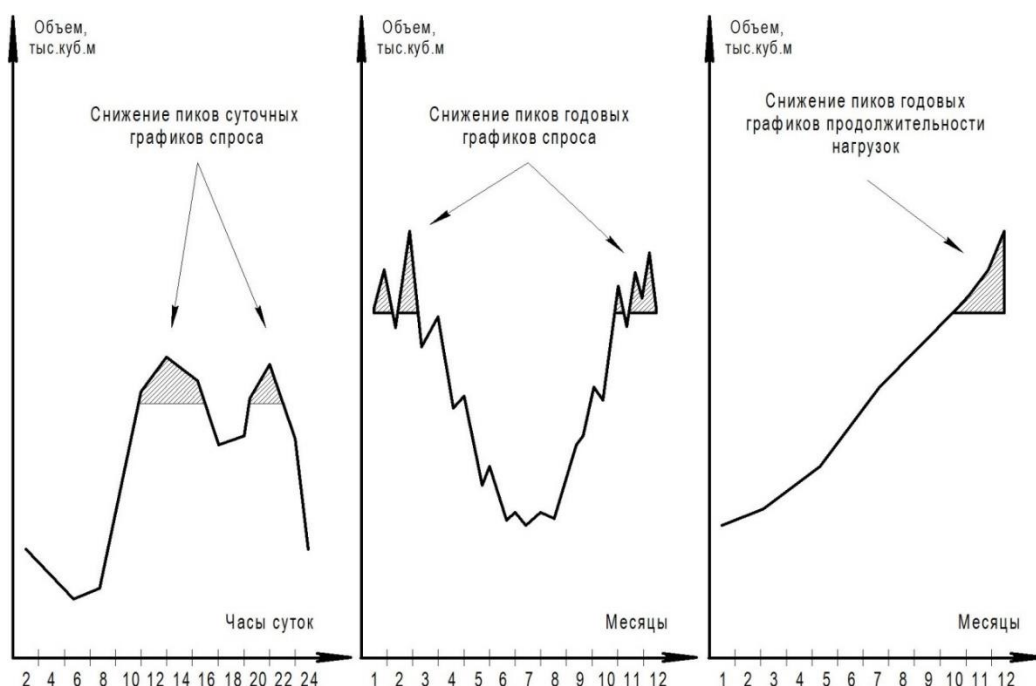


Рис. 4. Выравнивание суточных и годовых графиков спроса на потребление природного газа в результате управления спросом на основе применения СПГ

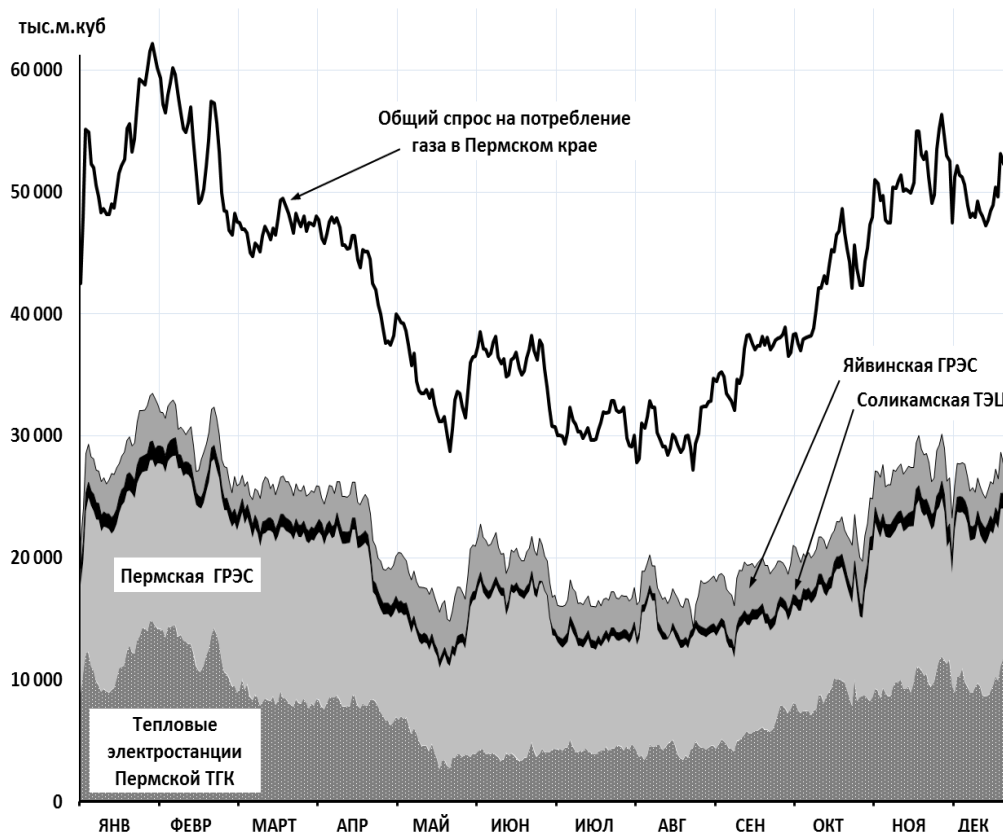


Рис. 5. График посуточного спроса на потребление природного газа в Пермском крае и электростанциями Пермского края за 2017 год [11, 12]

Как следует из рисунка 6, на котором представлена структура обеспечения СПГ потребителей природного газа в рамках Единой системы газоснабжения, сжиженный природный газ транспортом доставляется непосредственно в хранилища, расположенные возле электростанций, газовых котельных и промышленных потребителей природного газа.

В периоды, в рамках которых системы газоснабжения работают в номинальном режиме, природный газ выбирается из газораспределительной сети. В период кратковременных пиковых нагрузок на систему производства природного газа и на газораспределительную систему природный газ из хранилищ, расположенных вблизи источников потребления, регазифицируется и направляется в систему газоснабжения потребителей. Таким образом, использование свободных мощностей заводов по производству СПГ, действующих в России, позволяет получить эффект в виде выравнивания спроса на потребление природного газа на уровне отдельных энергорайонов, входящих в Единую систему газоснабжения, комплексно снизить затраты на газоснабжение потребителей природного газа и повысить надежность и устойчивость газоснабжения потребителей.

4 Conclusion / Заключение

В качестве заключительных выводов по результатам проведенного исследования можно констатировать:

1) Одним из ключевых направлений повышения энергетической эффективности отрасли газовой промышленности является управление спросом на потребление природного газа. Исследованиям в области управления спросом на потребление природного газа посвящены работы многих отечественных ученых, что подтверждает теоретическую значимость и практическую актуальность развития исследований в области управления спросом на потребление природного газа;

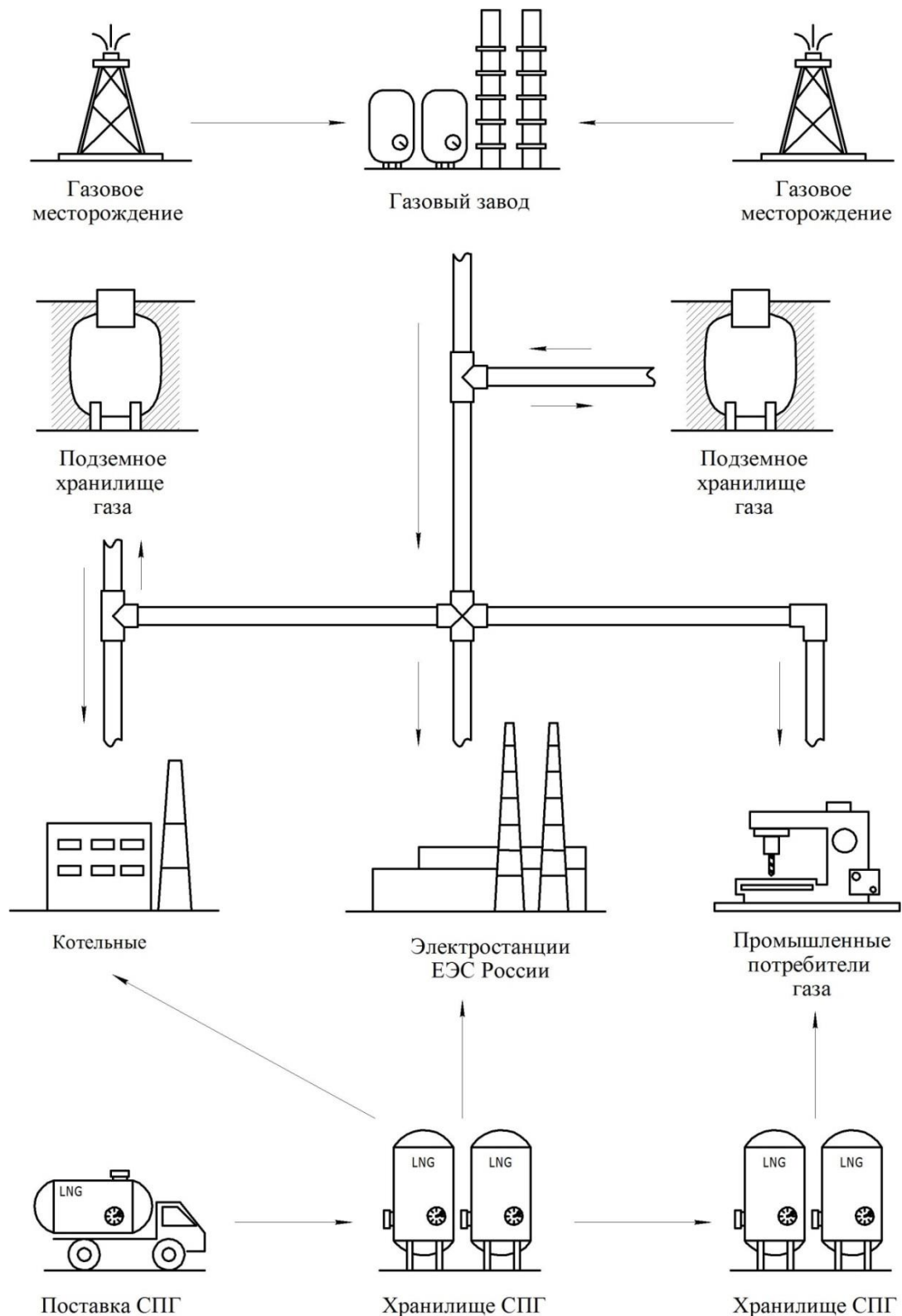


Рис. 6. Структура обеспечения СПГ потребителей природного газа в рамках Единой системы газоснабжения

2) Одной из современных технологий, позволяющей производить длительное хранение и нетрубопроводную транспортировку природного газа, является технология СПГ. Возросший интерес к СПГ в странах мира привел к росту строительства заводов по производству СПГ, в том числе в России, что может привести к постепенному снижению спроса на СПГ, снижению

коэффициентов загрузки заводов и к дальнейшему снижению рентабельности инвестиционных вложений.

3) В качестве одного из ключевых решений для загрузки избыточных мощностей заводов по производству СПГ можно предложить использование СПГ в качестве технологии управления спросом на потребление природного газа в отдельных элементах Единой системы газоснабжения России. Преимущество СПГ, выражаемое в возможности его хранения в больших объемах, позволяет осуществлять производство и запасы СПГ в периоды сезонного, недельного либо суточного минимума энергосистемы, с последующей регазификацией СПГ выдачей природного газа в локальную систему газоснабжения, что позволяет исключить необходимость производства и транспортировки природного газа в периоды максимума энергосистемы, что позволяет в свою очередь исключить перегрузки работы газовых заводов, систем распределения природного газа, газовых распределительных станций;

Размещение хранилищ СПГ непосредственно возле крупнейших потребителей природного газа, вносящих основной вклад в неравномерность спроса на газ, а именно электростанций, газовых котельных и промышленных потребителей природного газа, позволяет в периоды кратковременных пиковых нагрузок на систему производства природного газа и газораспределительную систему, выполнять потребление природного газа из хранилищ СПГ. Это позволит комплексно снизить затраты на газоснабжение потребителей природного газа, а также повысить надежность и устойчивость газоснабжения потребителей.

Список источников

1. Дзюба А.П. Влияние формы графиков электрических нагрузок потребителей на эффективность ценозависимого управления на основе систем накопителей электроэнергии // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т.82 №1. – С. 291-303. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-1-291-303
2. Дзюба А.П., Соловьева И.А. Механизмы управления спросом на энергоресурсы в промышленности // Journal of New Economy. – 2020. – №3 (21). – С. 175-195. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-9
3. Дзюба А.П. Апробация моделей ценозависимого управления спросом на потребление природного газа на промышленных предприятиях России // Вестник Сургутского государственного университета. – 2020. – № 1 (27). – С. 22–32. DOI 10.34822/2312-3419-2020-1-22-32
4. Киселев А.А. Газоснабжение. Транспортирование, хранение, распределение и использование газа. – М.: Государственное изд. литературы по строительству и архитектуре, 1956. – 216 с.
5. Стаскевич Н.Л., Колбенков С.П. Газ в быту и промышленности. Ч. 3. – Ленинград: Гостоптехиздат, 1952. – 342 с.
6. Кортунув А.К. Газовая промышленность СССР. – М.: Недра, 1967. – 323 с.
7. Мелентьев Л.А., Штейнгауз Е.О. Экономика энергетики СССР. – М.: Государственное энергетическое издательство, 1959. – 397 с.
8. Данилевич Ю.И. Исследование режимов потребления газа в городском хозяйстве: Автореф. дисс. канд. тех. наук. – Киев: КПИ, 1961. – 16 с.
9. Фурман И.Я. Показатели сезонной неравномерности потребления газа и метод их определения. – М.: ИТЭИ "Нефтегаз", 1962. – 152 с.
10. Фурман И.Я. Экономическая эффективность использования природного газа в промышленности. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 64 с.
11. Официальный сайт ООО «Газпром экспорт». URL: <http://www.gazpromexport.ru> (дата обращения: 11.01.2021).
12. Материалы официального интернет-сайта ПАО «Газпром». URL: <http://www.gazprom.ru/> (дата обращения: 11.01.2021).
13. Гарайшин А.С., Григорьев А.В., Хан С.А., Ковалев А.А. Основные проблемы и пути решения интеллектуализации подземных хранилищ газа в России // Проблемы разработки и эксплуатации газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. – 2015. – №4. – С. 73–78.
14. Дзюба А.П. Роль внутреннего потребления природного газа в процессе развития экономики России // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2020. – №3. – С. 21-30. DOI: 10.33285/1999-6942-2020-3(183)-21-30
15. Khartukov E.M. Russian LNG exports to grow through 2040 // Oil & Gas Journal. – 2018. – Vol. 116 (9). – pp. 84-88.
16. Devaraj D., Donnellan Ph., Syron E. Incorporation of LNG into small gas networks via FSRUS // International Journal of Energy Production and Management. – 2019. – Vol. 4 (1). – pp. 53-62.

17. Vivoda V. LNG Import Diversification and Energy Security in Asia // *Energy Policy*. – 2019. – Vol. 130. – pp. 967-974.
18. Egrini L.A., Pellegrini L.A., Guido G.De, Valentina V. Energy and exergy analysis of acid gas removal processes in the LNG production chain // *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. – 2019. – Vol. 61. – pp. 303-319.
19. Huerta F., Vesovic V. A realistic vapour phase heat transfer model for the weathering of LNG stored in large tanks // *Energy*. – 2019. – Vol. 174. – pp. 280-291.
20. Gritsenko D. Explaining choices in energy infrastructure development as a network of adjacent action situations: the case of LNG in the Baltic Sea region // *Energy Policy*. – 2018. – Vol. 112. – pp. 74-83.
21. Боткилин А.И., Польский С.М., Серегина Д.М. Использование технических средств покрытия краткосрочных пиковых нагрузок газопотребления: (Зарубеж. опыт). – М.: ВНИИГазпром, 1973. – 47 с.
22. Мutowин Ю.Г. Покрытие пиковых неравномерностей газопотребления сжиженным природным газом и исследование технологических процессов его производства: Автореф. дисс. канд. тех. наук. – М.: МГТУ, 1988. – 20 с.
23. Климентьев А.Ю. Рынок СПГ в Российской Федерации // *Региональная энергетика и энергосбережение*. – 2017. – № 5-6. – С. 60-61.
24. Горлова Ю.Л. Европейский рынок энергоресурсов: роль ВИЭ и СПГ // *Экономика и предпринимательство*. – 2017. – № 2-1 (79). – С. 742-745.
25. Юлдашева О.У., Погребова О.А. Перспективы российского СПГ в условиях эволюции цепочек создания ценности и бизнес-моделей мирового энергетического рынка // *Научный журнал Российского газового общества*. – 2017. – № 4. – С. 23-30.
26. Бъядовский Д.А., Коровин Э.В., Руденко А.Е. Сжиженный природный газ как вариант экономической и экологической альтернативы традиционным видам топлива в арктической зоне // *Евразийский союз ученых*. – 2020. – № 9-7 (78). – С. 10-13.
27. Jeong B, Lee B.S., Zhou P., Ha S.-M. Evaluation of safety exclusion zone for LNG bunkering station on LNG-fuelled ships // *Journal of Marine Engineering and Technology*. – 2017. – Vol. 16. No. – pp. 121-144.

References

1. Dzubina A.P. Vlijanie formy grafikov jelektricheskikh nagruzok potrebitelej na jeffektivnost' cenozavisimogo upravlenija na osnove sistem nakopitelej jelektroenergii [The impact of the shape of the charts of electric loads of consumers on the effectiveness of price-certified control on the basis of electricity storage systems]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii* = *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020. Vol. 82 No.1. pp. 291-303. DOI: 10.20914/2310-1202-2020-1-291-303
2. Dzubina A.P., Solov'eva I.A. Mehanizmy upravlenija sprosom na jenergoresursy v promyshlennosti [Energy demand management mechanisms in industry]. *Journal of New Economy*. 2020. Vol. 3 (21). pp. 175-195. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-9
3. Dzubina A. P. Aprobacija modelej cenozavisimogo upravlenija sprosom na potreblenie prirodnogo gaza na promyshlennykh predpriyatiyakh Rossii [Approbation of models of price-dependent management in demand for natural gas consumption at industrial enterprises of Russia]. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo universiteta* = *Bulletin of the Surgut State University*. 2020. Vol. 1 (27). pp. 22-32. DOI 10.34822/2312-3419-2020-1-22-32
4. Kiselev A.A. Gazosnabzhenie. Transportirovanie, hranenie, raspredelenie i ispol'zovanie gaza [Gas supply. Transportation, storage, distribution and use of gas]. Moscow: Gosudarstvennoe izd. literatury po stroitel'stvu i arhitekture = State Ed. Literature on construction and architecture, 1956. 216 p.
5. Staskevich N.L., Kolbenkov S.P. Gaz v bytu i promyshlennosti. Ch. 3 [Gas in everyday life and industry. Part 3]. Leningrad: Gostoptehizdat, 1952. 342 p.
6. Kortunov A.K. Gazovaja promyshlennost' SSSR [Gas industry of the USSR.]. M.: Nedra, 1967. 323 p.
7. Melent'ev L.A., Shtejngauz E.O. Jekonomika jenergetiki SSSR [Energy economy of the USSR]. Moscow: Gosudarstvennoe jenergeticheskoe izdatel'stvo = State Energy Publishing, 1959. 397 p.
8. Danilevich Ju.I. Issledovanie rezhimov potreblenija gaza v gorodskom hozjajstve: Avtoref. diss. kand. teh. Nauk [Study of gas consumption modes in urban economy]: PhD Thesis. Kiev: KPI, 1961. 16 p.
9. Furman I.Ja. Pokazатели sezonnoj neravnomernosti potreblenija gaza i metod ih opredelenija [Indicators of seasonal uneven gas consumption and method for their definition]. Moscow: ITEI "Neftegaz", 1962. 152 p.
10. Furman I.Ja. Jekonomicheskaja jeffektivnost' ispol'zovanija prirodnogo gaza v promyshlennosti [Economic efficiency of natural gas use in industry]. Moscow: Gostoptehizdat, 1963. 64 p.
11. Oficial'nyj sajt OOO «Gazprom jeksport» [The official website of Gazprom Export LLC.]. URL: <http://www.gazpromexport.ru> (last access: 11.01.2021).
12. Materialy oficial'nogo internet-sajta PAO «Gazprom» [Materials of the official website of PJSC Gazprom.]. URL: <http://www.gazprom.ru/> (last access: 11.01.2021).
13. Garajshin A.S., Grigor'ev A.V., Han S.A., Kovalev A.A. Osnovnye problemy i puti reshenija intellektualizacii podzemnykh hranilishh gaza v Rossii [Main problems and ways to solve the intellectualization of underground storage facilities in

Russia]. Problemy razrabotki i jekspluatacii gazovyh, gazokondensatnyh i neftegazokondensatnyh mestorozhdenij = Problems of the development and operation of gas, gas condensate and oil and condensate deposits. 2015. Vol. 4. pp. 73–78.

14. Dzyuba A.P. Rol' vnutrennego potreblenija prirodnogo gaza v processe razvitiya jekonomiki Rossii [The role of the internal consumption of natural gas in the process of developing the economy of Russia] Problemy jekonomiki i upravlenija neftegazovym kompleksom = Problems of the economy and the management of the oil and gas complex. 2020. Vol. 3. pp. 21–30. DOI: 10.33285/1999-6942-2020-3(183)-21-30

15. Khartukov E.M. Russian LNG exports to grow through 2040. Oil & Gas Journal. 2018. Vol. 116 (9). pp. 84–88.

16. Devaraj D., Donnellan Ph., Syron E. Incorporation of LNG into small gas networks via FSRUS. International Journal of Energy Production and Management. 2019. Vol. 4 (1). pp. 53–62.

17. Vivoda V. LNG Import Diversification and Energy Security in Asia. Energy Policy. 2019. Vol. 130. pp. 967–974.

18. Egrini L.A., Pellegrini L.A., Guido G.De, Valentina V. Energy and exergy analysis of acid gas removal processes in the LNG production chain. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2019. Vol. 61. pp. 303–319.

19. Huerta F., Vesovic V. A realistic vapour phase heat transfer model for the weathering of LNG stored in large tanks. Energy. 2019. Vol. 174. pp. 280–291.

20. Gritsenko D. Explaining choices in energy infrastructure development as a network of adjacent action situations: the case of LNG in the Baltic Sea region. Energy Policy. 2018. Vol. 112. pp. 74–83.

21. Botkilin A.I., Pol'skij S.M., Seregina D.M. Ispol'zovanie tehniceskikh sredstv pokrytija kratkosrochnnyh pikovyh nagruzok gazopotreblenija: (Zarubezh. opyt) [Using technical means of covering short-term peak loads of gas-demand: (abroad experience)]. – Moscow: VNIJegazprom, 1973. 47 p.

22. Mutovin Ju.G. Pokrytie pikovyh neravnomernostej gazopotreblenija szhizhennym prirodnyim gazom i issledovanie tehnologicheskikh processov ego proizvodstva [Coating of peak unevenness of gas consumption with liquefied natural gas and the study of technological processes of its production]: Avtoref. diss. kand. teh. nauk: PhD Thesis Abstract. Moscow: MG TU, 1988. 20 p.

23. Kliment'ev A.Ju. Rynok SPG V Rossijskoj Federacii [LNG market in the Russian Federation]. Regional'naja jenergetika i jenergosberezhenie = Regional Energy and Energy Saving. 2017. Vol. 5–6. pp. 60–61.

24. Gorlova Ju.L. Evropejskij rynek jenergoresursov: rol' VIJe i SPG [European Energy Market: Role and LNG]. Jekonomika i predprinimatel'stvo = Economy and Entrepreneurship. 2017. Vol. 2–1 (79). pp. 742–745.

25. Juldasheva O.U., Pogrebova O.A. Perspektivy rossijskogo SPG v uslovijah jevoljucii cepochek sozdaniya cennosti i biznes-modelej mirovogo jenergeticheskogo rynka [Prospects for Russian LNG in the context of the evolution of chains of the creation of value and business models of the world energy market]. Nauchnyj zhurnal Rossijskogo gazovogo obshhestva = Scientific Journal of the Russian Gas Company. 2017. Vol. 4. pp. 23–30.

26. Bjadovskij D.A., Korovin Je.V., Rudenko A.E. Szhizhennyj prirodnyj gaz kak variant jekonomicheskoi i jekologicheskoi al'ternativy tradicionnym vidam topliva v arkticheskoi zone [Liquefied natural gas as an option of economic and environmental alternative to traditional fuels in the Arctic zone]. Evrazijskij sojuz uchenyh = Eurasian Union of scientists. 2020. Vol. 9–7 (78). pp. 10–13.

27. Jeong B, Lee B.S., Zhou P., Ha S.-M. Evaluation of safety exclusion zone for LNG bunkering station on LNG-fuelled ships. Journal of Marine Engineering and Technology. 2017. Vol. 16. No. pp. 121–144.

Авторы

Дзюба Анатолий Петрович – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник кафедры «Финансовые технологии» Высшей школы экономики и управления

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»

Россия, 454080 Челябинск, проспект Ленина, 76, ауд. 310

E-mail: dziubaap@susu.ru

Authors

Dzyuba Anatoly Petrovich – PhD in Economics, Senior Researcher of the Department of Financial Technologies, Higher School of Economics and Management

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "South Ural State University (NRU)"

Russia, 454080 Chelyabinsk, Lenin Avenue, 76, room. 310

E-mail: dziubaap@susu.ru

Библиографическое описание статьи

Дзюба А.П. Управление графиками спроса на потребление природного газа в промышленности России на базе технологий СПГ // Экономика и управление инновациями — 2021. — № 1 (16). — С. 51–62.

Reference to article

Dzyuba A. P. Managing demand schedules for natural gas consumption in Russian industry based on LNG technologies. Economics and Innovation Management, 2021, no. 1 (16), pp. 51–62.