

УДК 621.6+656.6+629.5
JEL Classification O14, O31, R49
DOI: 10.31375/2226-1915-2019-2-144-157-39-51

К.В. Лерніченко
к.е.н., доцент кафедри «Бізнес-логістика
та транспортні технології»
lkv.duit@gmail.com
orcid.org/0000-0001-5807-5310

В.В. Євтушенко
бакалавр
smokescreen.ukr@gmail.com
orcid.org/0000-0003-4284-0318
Державний університет інфраструктури
та технологій, Київ, Україна

ІННОВАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ РЕГАЗИФІКАЦІЙНИХ ПЛАВУЧИХ БАРЖ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ СКРАПЛЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ (FSRB)

***Анотація.** Стаття присвячена актуальній темі технологічних інновацій на світовому ринку скрапленого природного газу у морській галузі та енергетико-газовій промисловості. Досліджено характерні особливості світового ринку скрапленого природного газу і його окремих сегментів (експорт, імпорт). Особливу увагу приділено інноваційному проекту фінської компанії «Wärtsilä», який полягає у забезпеченні потреб в поставках скрапленого природного газу у невеликих і середніх масштабах для мілководних районів з обмеженням доступу великих суден і відсутністю поставок наземними станціями або трубопровідним транспортом, що розраховані на великих споживачів і неможливі через територіальні особливості та економічну неефективність. Цей проект дозволить удосконалити показники екологічної та економічної продуктивності суден і електростанцій, адже сьогодні морська галузь зазнає серйозних змін у зв'язку з посиленням екологічних норм, тому значна кількість нових суден працюватиме на скрапленому природному газі.*

Розглянутий проект є великим поштовхом до перевороту морської та енергетико-газової промисловості завдяки екологічності, швидкому введенню в експлуатацію, низьким капіталовкладенням порівняно з іншими наземними або плавучими установками, мобільності, сумісництву з електростанціями, універсальності застосування.

***Ключові слова:** скраплений природний газ, водний транспорт, транспортні технології, інновації.*

УДК 621.6+656.6+629.5
JEL Classification O14, O31, R49
DOI: 10.31375/2226-1915-2019-2-144-157-39-51

Е.В. Лерніченко
к.э.н., доцент кафедры
«Бизнес-логистика
и транспортные технологии»
lkv.duit@gmail.com

В.В. Евтушенко
бакалавр
smokescreen.ukr@gmail.com
Государственный университет инфраструктуры и технологий, Киев, Украина

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ РЕГАЗИФИКАЦИОННЫХ ПЛАВУЧИХ БАРЖ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА (FSRB)

Аннотация. Статья посвящена актуальной теме технологических инноваций на мировом рынке сжиженного природного газа в морской отрасли и энергетическо-газовой промышленности. Исследованы характерные особенности мирового рынка сжиженного природного газа и его отдельных сегментов (экспорт, импорт). Особое внимание уделено инновационному проекту финской компании «Wärtsilä», который заключается в обеспечении потребностей в поставках сжиженного природного газа в небольших и средних масштабах для мелководных районов с ограничением доступа крупных судов и отсутствием поставок наземными станциями или трубопроводным транспортом, рассчитаны на крупных потребителей и невозможны из-за территориальных особенностей и экономической неэффективности. Этот проект позволит усовершенствовать показатели экологической и экономической производительности судов и электростанций, ведь сегодня морская отрасль претерпевает серьезные изменения в связи с ужесточением экологических норм, поэтому значительное количество новых судов будет работать на сжиженном природном газе.

Рассмотренный проект является большим толчком к перевороту морской и энергетическо-газовой промышленности благодаря экологичности, быстрому вводу в эксплуатацию, низким капиталовложениям по сравнению с другими наземными или плавучими установками, мобильности, совместимости с электростанциями, универсальности применения.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, водный транспорт, транспортные технологии, инновации.

UDC 621.6+656.6+629.5

JEL Classification: O14, O31, R49

DOI: 10.31375/2226-1915-2019-2-144-157-39

K.V. Lernichenko

PhD in Economics, Associate professor
of the Department business logistics
and transport technology

lkv.duit@gmail.com

orcid.org/0000-0001-5807-5310

V.V. Yevtushenko

bachelor

smokescreen.ukr@gmail.com

orcid.org/0000-0003-4284-0318

State University of Infrastructure and Technology, Kyiv, Ukraine

INNOVATIVE PROJECT OF REGASIFICATION FLOATING BARGES FOR THE STORAGE OF LIQUEFIED NATURAL GAS (FSRB)

Abstract. The article is devoted to the actual theme of technological innovations in the world market of liquefied natural gas in the marine industry and energy and gas industry. The characteristic features of the world market of liquefied natural gas and its separate segments (export, import) are investigated.

Particular attention is paid to the innovative project of the Finnish company Wärtsilä, which is to provide the supply of small and medium scale liquefied natural gas

for shallow areas with limited access to large vessels and the lack of supplies by land stations or pipelines, designed for large consumers and impossible. Due to territorial features and economic inefficiency. This project will improve the environmental and economic performance of ships and power plants, because today the maritime industry is undergoing significant changes in connection with the increase of environmental norms, so a significant number of new vessels will operate on liquefied natural gas. This requires a new liquefied natural gas bunkering infrastructure, in addition to existing infrastructure for ships using diesel fuel and HFO. The energy complex also undergoes changes: a significant amount of the HFO's power plant, by modernization, is converted to gas, which today is unavailable for many regions. The urgency of the topic is to increase global trade in liquefied natural gas and popularize its role in the energy balance of the country while simultaneously engaging in water transport.

The project under consideration is a big impetus to the coup of the maritime and energy and gas industries. Its advantages are environmentally friendly, quick commissioning, low investment compared to other terrestrial or floating installations, mobility, combined with a power plant, versatility of use.

Therefore, such projects not only improve the state of the marine and industrial and energy sectors, but also generally improve the economic conditions of countries that implement such projects and their attractiveness for foreign investment.

Keywords: LNG, water transport, transport technologies, innovations.

Постановка проблеми. Компанія «Marine Solutions», що спеціалізується на інноваціях енергетичних і силових установок в морській галузі, сприяла тому, що фінська компанія «Wärtsilä» зайняла лідерські позиції на ринку систем суднової енергетики, силових установок і автоматики. Компанія «Wärtsilä» є провідним постачальником ефективних технологій і готових комплексних рішень для всього життєвого циклу обладнання для морського і енергетичного ринків. Надаючи особливого значення інноваційним технологіям, ефективності та аналізу даних, «Wärtsilä» удосконалює показники екологічної та економічної продуктивності суден і електростанцій. Сьогодні морська галузь зазнає серйозних змін у зв'язку з посиленням екологічних норм, тому значна кількість нових суден працюватиме на скрапленому природному газі (СПГ). Це потребує нової інфра-

структури бункерування суден на СПГ, крім існуючої інфраструктури для суден, що використовують дизельне пальне і мазут (Heavy Fuel Oil, HFO). Більшість нових суднових енергетичних установок оснащені газовими або двопаливними двигунами. Енергетичний комплекс також зазнає змін: значну кількість електростанцій HFO, шляхом модернізації, переводять на газ, який, наразі, є недоступним для багатьох регіонів. Використання плавучих барж для зберігання СПГ дозволить здійснювати доставку великих обсягів газу туди, де є в ньому потреба (райони, що не охоплені трубопровідним транспортом і газовою інфраструктурою) [1]. Актуальність теми полягає у збільшенні світової торгівлі СПГ та популяризації його ролі в енергетичному балансі країни з одночасним задіянням водного транспорту.

Скраплений природний газ

одне з небагатьох джерел енергії, яке можна використовувати в усіх секторах світової економіки. Він є стратегічно важливим ресурсом для країни [2]. Тому дослідження інноваційного проекту регазифікаційних плавучих барж компанії «Wärtsilä» сьогодні є актуальним та привабливим для країн, що імпортують та експортують СПГ.

Огляд останніх досліджень та публікацій. Питаннями транспортування природного газу, зокрема з використанням водотранспортної галузі, займаються вітчизняні вчені Є.І. Крижанівський, Б.Є. Патон, М.М. Савицький, О.І. П'ятничко [3; 4], Є.А. Швидкий, В.В. Зайцев, О.М. Мандрик [5], В.І. Артим, О.Г. Дзьоба, А.П. Джус, Ю.В. Міронов [6] та інші.

Екологічні аспекти використання скрапленого газу у двигунах внутрішнього згоряння досліджують в своїх роботах А.С. Соломаха, О.А. Сірий, В.Г. Петренко, А.В. Голик, Т.В. Чирка [7] та інші.

Але проекти застосування регазифікаційних плавучих барж для зберігання та постачання СПГ у віддалені райони не набули широкого розповсюдження у вітчизняній науці й залишаються поза увагою вчених-дослідників.

Завдання дослідження. Дослідження можливостей інноваційного проекту регазифікаційних плавучих барж компанії «Wärtsilä» з точки зору перспективності, рентабельності, екологічності та актуальності застосування в енергетичній галузі, а також дослідження основних тенденцій та перспектив розвитку світового ринку СПГ.

Основний матеріал дослід-

ження. Азіатсько-Тихоокеанський регіон є основним регіоном для СПГ-ринку завдяки збільшенню потужностей експорту регіональних проєктів СПГ та збільшенню імпорту газу Китаєм, Індією та Південною Кореєю.

Очікується, що глобальний ринок СПГ зростатиме разом зі збільшенням енергоспоживання, кількості міського населення, попиту на транспортні засоби, що мають енергетичні установки СПГ; прискоренням економічного зростання та збільшенням переваг СПГ у розвинутих країнах. Основні тенденції та розвиток цього ринку включають в себе нарощування експортних потужностей СПГ, зростаючий попит на бункерування, розвиток СПГ-проєктів, зростання збутового ринку СПГ та збільшення переходу до модульної технології [3].

На ринку природного газу відбуваються великі перетворення – Китай виходить на світову газову арену, що обумовлено безперервним економічним зростанням і рішучою політичною підтримкою щодо обмеження забруднення повітря. В географічних регіонах Азії транспортування газу танкерами більш вигідне, адже СПГ може конкурувати за ціною з трубо-провідним, коли відстань постачання сягає понад 2500 км. В порівнянні з трубопроводами, СПГ має переваги модульного нарощування поставок, а також знімає ряд випадків проблем перетину кордонів. Зниження цін на СПГ на початку 2020-х років і прискорення розвитку інфраструктури в Південній Азії є ключем для відкриття попиту на СПГ в регіоні [4].

Ринок скрапленого газу в 2017 р. відчув значну динаміку добування і споживання. Найбільші ім-

портери та експортери наведені на рисунку 1. Найбільшими постачальниками СПГ є Близький Схід (35,4 %), Океанія (21,9 %) і Азія (14,9 %); найбільшими споживачами – Азія (69,5 %), Європа (17,8 %) та Південна Америка (4,4 %) [2].

Катар нарощує експорт СПГ (більше 25 % в глобальному масштабі), а Австралія є другим за величиною індивідуальним експортером (24 %). Найбільшими країнами-експортерами СПГ є Катар, Австралія, Нігерія – рисунок 2, а країнами-імпортерами – Японія, Китай, Південна Корея (рисунок 3) [2].

Очікується, що до 2022 р. світовий попит на СПГ досягне 330 млн. т. на рік. Після 2022 р. значні скорочення внутрішнього вироб-

ництва в Південно-Східній Азії і Європі призведуть до відновлення зростання глобального попиту на СПГ. До 2030 р. очікується, що світовий попит на СПГ досягне 490 млн. т. на рік (рисунок 4) [2].

Світове зростання попиту на природний газ у кожному регіоні передбачає збільшення виробництва СПГ для задоволення цього попиту. Очікується, що світова торгівля СПГ до 2040 р. підвищиться більш ніж удвічі, і значна частина такого нарощення потужностей зі скраплення відбувається в Північній Америці та Австралії. Агентство енергетичної інформації США (EIA) прогнозує, що загальний обсяг експорту СПГ із США зросте понад 12 млрд. фут³ на день (Bcf / d) до 2025 р. [10].

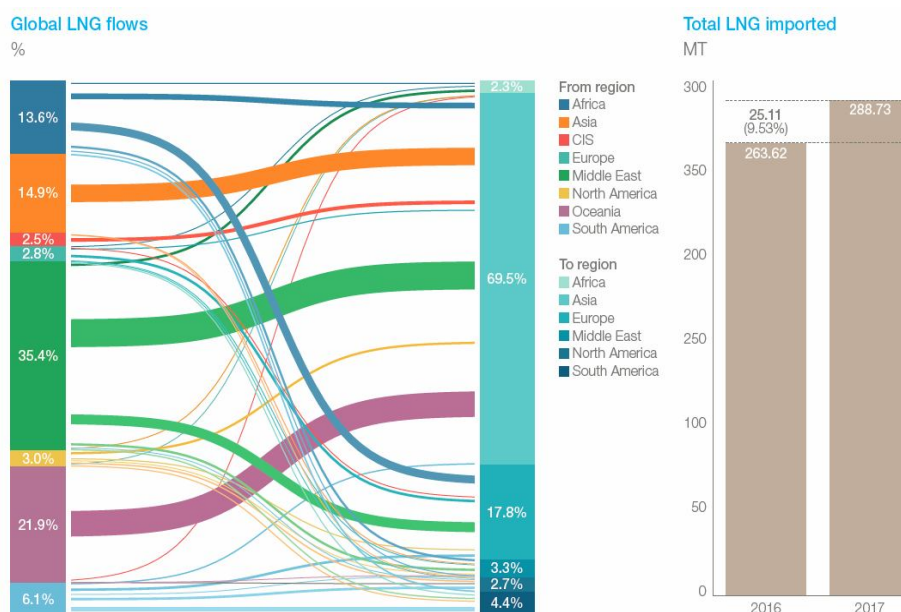


Рис. 1. Структура міжнародного ринку СПГ в 2017 р.

Джерело: [2]

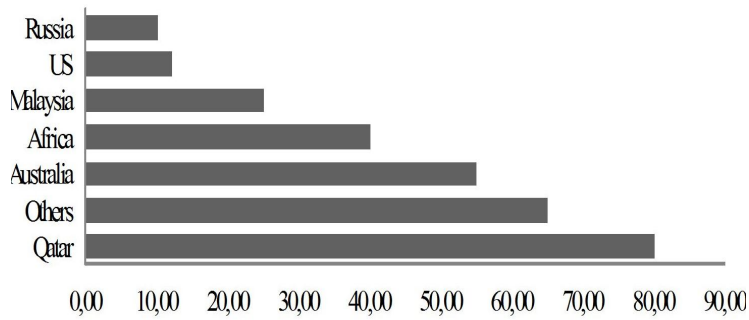


Рис. 2. Структура експортного міжнародного ринку СПГ в 2017 р.

Джерело: складено за даними [2]

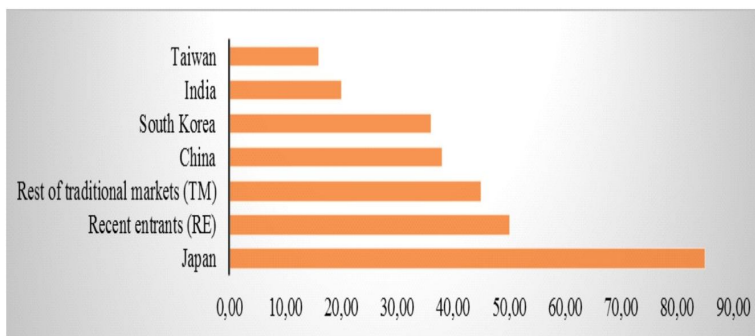


Рис. 3. Структура імпортного міжнародного ринку СПГ в 2017 р.

Джерело: складено за даними [2]

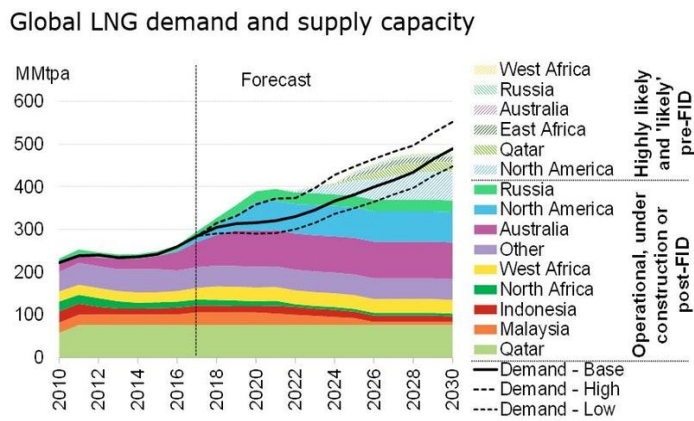


Рис. 4. Глобальний баланс та прогноз попиту і пропозиції на СПГ

Джерело: [2]

Також, згідно з цим дослідженням, імпорт СПГ в 2018 р. встановить новий рекорд (зростання на 8,5 %), досягнувши 308 млн. т. на рік в порівнянні з 284 млн. т. у минулому році. Темпи зростання сповільняться з 2019 р. і далі в 2020 р., а потім знову почнуть збільшуватись в 2021 р. [11].

У багатьох регіонах світу необхідність реалізації стратегій щодо збільшення поставок газу для задоволення попиту на електроенергію і пікового попиту на газ вже набула актуальності.

У сфері судноплавства, а також у виробництві енергії, ключовим питанням є наявність пального. До сьогодні зростання ринку СПГ стримувалося недостатньою термінальною або регазифікаційною інфраструктурою в стратегічно важливих місцях. Однак портові оператори наразі усвідомлюють переваги пропозиції послуг СПГ і інвестування в термінали, які обслуговують місцеву промисловість і виробництво енергії. Термінал СПГ також приваблює судновласників і скеровує рух суден в порт. Привертаючи круїзні лайнери, наявність терміналу СПГ може, навіть, стимулювати місцевий туризм [12]. Саме тому інноваційне впровадження проекту експлуатації регазифікаційних плавучих барж для зберігання СПГ (FSRB) фінської компанії «Wärtsilä» є дуже актуальним та перспективним на сьогодні.

На користь цього свідчить:

1) рішення Міжнародної морської організації (ІМО) щодо викидів в 2020 р. (встановлено межу вмісту сірки в 0,5 % для викидів морського пального в порівнянні з нинішніми 3,5 %), яке стимулює судновласників

і операторів використовувати СПГ замість традиційного пального для суден. Виникає потреба розвитку нової інфраструктури бункерування СПГ, інновації плавучих та наземних терміналів;

2) новий стандарт ISO 20519: 2017 «Судна і морські технології. Специфікація для бункерування суден на скрапленому природному газі», який допоможе судновласникам і операторам суден обирати постачальників суднового пального, яке відповідає встановленим стандартам безпеки і якості.

Компанія «Wärtsilä» підготувала концепцію баржі для зберігання СПГ і регазифікації та сумісність її з електростанцією. У фінській корпорації відзначили, що це інноваційне рішення забезпечує потреби в невеликих і середніх масштабах в тих випадках, коли можливості поставок СПГ і електроенергії наземними станціями, які розраховані на великих споживачів, обмежені.

Плавучі баржі FSRB – це рухливі установки, які можуть бути встановлені і запуснені набагато швидше, ніж наземні об'єкти. Вони ідеально підходять для проектів з чітко визначеними часовими рамками. FSRB може забезпечити необхідну інфраструктуру під час будівництва постійної наземної установки.

Можливості СПГ-баржі проекту «Wärtsilä Mobile LNG» можуть бути суміщені з плавучою електростанцією, що встановлюється на баржі, з вихідною потужністю до 250 МВт. Як альтернатива, баржа може бути використана для постачання газу і енергії на звичайні наземні станції (рисунок 5) [13].



Рис. 5. Варіант сумісності FSRB з електростанцією та швартування FSRB – берегова концепція

Джерело: [13]

Це мобільне рішення дозволить зробити СПГ доступним для нових споживчих сегментів, які не забезпеченні відповідною інфраструктурою.

Плаваюча СПГ-станція являє собою ідеальне рішення для мілководних районів, де доступ для великих суден обмежений. У порівнянні з будівництвом звичайних берегових терміналів на складних ґрунтах і в районах з нерозвиненою інфраструктурою, баржа не вимагає значних капіталовкладень і ведення її в експлуатацію потребує досить мало часу [13].

Місткість найменшої плаваючої установки для зберігання і регазифікації (FSRU) становить близько 120 000 м³. Невеликих газозовів СПГ, які можуть бути перероблені в такі установки, не існує. Компанія «Wärtsilä» розробила технічне рішення цієї проблеми, створивши баржу зі збе-

ріганням 1 000-30 000 м³. Вони також можуть застосовуватися як бункеровочні термінали, в чому й полягає універсальність та актуальність барж (рисунок 6).

FSRB як бункеровочні термінали є невеликими місцевими терміналами об'ємом 1 000-30 000 м³ і розташовані у морській або річковій береговій базі обслуговування. Часто розміщується в портах, де є легкий доступ для суден постачання для заповнення резервуарів і для суден, що працюють на СПГ, для бункерування.

Одночасно вони можуть використовуватися для перевалки, навантаження вантажівок і контейнерів, для полегшення перерозподілу СПГ в рідкій формі або як регазифікаційний блок, що постачає місцевий газопровід [13].



Рис. 6. Види FSRB (7 500-15 000 м³ та 15 000-30 000 м³)

Джерело: [13]

FSRB може бути обладнана технологічними системами аналогічними системам наземних сховищ. Технологічний процес може бути розділений між баржою і берегом. Це можна зробити, розмістивши сховище СПГ на баржі, а технологічне обладнання та допоміжні споруди на узбережжі або в береговій зоні.

Баржі є оптимальним варіантом для організації швидкого і гнучкого доступу до газу в нових районах видобутку. Особливо для місць, які не придатні для будівництва наземних терміналів СПГ, або там, де важко отримати необхідні дозволи на таке будівництво.

FSRB мобільні, їх можна переміщати уздовж узбережжя або продати за необхідності, що є досить доречним в умовах тимчасового попиту і невизначених ринкових умовах.

На додаток до більш низьких капітальних витрат, FSRB також є більш рентабельною, ніж FSRU з експлуатаційної точки зору.

Баржа управляється дистанційно, не вимагає екіпажу і відвідується тільки операторами для огляду та технічного обслуговування [14].

Транспортування СПГ в його газоподібній формі (для наземних застосувань) забезпечується за допомогою процесу регазифікації, тобто FSRB є диференціатором. У той час як FSRU зазвичай використовують морську воду для нагріву СПГ для перетворення його в газ, FSRB може використовувати джерела тепла на березі, наприклад, від електростанції. Гаряча вода або пар подається в модуль регазифікації на FSRB, де охолоджується під час газифікації СПГ і повертається до джерела тепла. Таким чином, система виконує подвійну роботу, газифікує СПГ, а також охолоджує електростанцію або промисловий блок, тим самим знижуючи загальне споживання енергії. Через більш високі температури теплоносія модуль регазифікації FSRB більш компактний і економічний.

За відсутності джерела тепла

на березі, FSRB може використувати випарники навколишнього повітря як регазифікаційного рішення для малого СПГ. Встановлені на самій баржі випарники передають тепло з повітря в СПГ, перетворюючи його в газ. Це більш автономний процес, ніж у морській воді, надання якої обмежено в багатьох прибережних районах, оскільки зміна температури морської води може заподіяти негативний вплив морській екосистемі.

Ключовою перевагою FSRB на узбережжі або на березі є те, що він також може відправляти СПГ на суходіл в рідкій фазі.

Це може бути використано для завантаження СПГ-вантажівок або контейнерів, що дозволить в подальшому розширити ланцюг транспортування СПГ в місцевий регіон і за його межі [15].

Висновки. Отже, акцентуючи увагу на актуальних технологічних інноваціях у сфері морської індустрії та енергетико-газової промисловості, можна зробити висновок, що сьогодні існує багато проектів, впровадження

яких дозволить покращити стан енергетичної та морської галузі. Проведене дослідження динаміки зростання торгівлі СПГ свідчить про збільшення видобутку і споживання СПГ у світі, тому виникає нагальна потреба в інноваційних проектах для газової галузі та у транспортних технологіях.

Інноваційний проект фінської компанії «Wärtsilä» FSRB, є великим поштовхом до перевероту морської та енергетико-газової промисловості. Перевагами цього проекту є його екологічність, швидке введення в експлуатацію, низькі капіталовкладення порівняно з іншими наземними або плавучими установками, мобільність, сумісництво з електростанцією, універсальність застосування.

Отже, впровадження інноваційних проектів є необхідним елементом розвитку будь-якої країни. Україна потребує актуальних та сучасних енергетичних проектів для інноваційного та екологічного вдосконалення енергетико-газової промисловості саме в морській індустрії.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Andrew B. *Gas Processing News. Gas Processing & LNG.* URL: <http://gasprocessingnews.com/features/201712/gas-processing-news.aspx>.
2. Janiszewska-Kiewra E., Stadnicka M. *The 2017 LNG market in 10 charts. Energyinsights by McKinsey.* URL: <https://www.mckinseyenergyinsights.com/insights/the-2017-lng-market-in-10-charts/>.
3. *Баржа-пліт для транспортування стиснутого природного газу: пат. Україна: МПК В63В 25/00. № u 2011 13979 / Б.Є. Патон, Є.І. Крижанівський, М.М. Савицький, О.І. П'ятничко, В.В. Зайцев, О. М. Мандрік; заявл. 28.11.2011; опубл. 11.01.2012, № 522/3У/12. 3 с.*
4. Патон Б.Е., Савицький М.М., Савицький А.М., Мазур А.А. *Эффективность морской транспортировки природного газа при использовании сварных баллонов высокого давления. Автоматическая сварка. 2014. № 8. С. 49-55.* URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/as_2014_8_9.

5. Спосіб транспортування стиснутого природного газу рухомих трубопроводом: пат. Україна: МПК F17C 5/00. № и 2011 14580 / Б.Є. Патон, С.І. Крижанівський, М.М. Савицький, Е.А. Швидкий, В.В. Зайцев, О.М. Мандрик; заявл. 08.12.2011; опубл. 11.01.2012, № 521/ЗУ/12. 3 с.
6. Крижанівський С.І., Дзьоба О.Г., Джус А.П., Міронов Ю.В. Техніко-економічні транспортування природного газу із морських родовищ // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. 2013. № 2. С. 7-15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvif_2013_2_2.
7. Соломаха А.С., Сірий О.А., Петренко В.Г., Голик А.В., Чирка Т.В. Екологічні аспекти використання зрідженого газу у двигунах внутрішнього згорання. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. – 2018. – Т. 29 (68). – Ч. 3. – № 5. – С. 62-67.
8. Eukerman A. Joining the dots for LNG projects. LNG world shipping. URL: https://www.lngworldshipping.com/news/view/joining-the-dots-for-lng-projects_49182.htm.
9. Kuang M. The Future of LNG. Bloomberg New Energy Finance. URL: <https://about.bnef.com/blog/the-future-of-lng/>.
10. Engblom K., Reinlund J., Leong N. LNG value chain optimisation – Case Myanmar. Wärtsilä. URL: <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/lng-value-chain-optimisation-case-myanmar>.
11. BNEF's long-term forecast of LNG markets to 2030. Bloomberg New Energy Finance. URL: <https://about.bnef.com/lng-outlook/>.
12. Walsh R. Wärtsilä's floating storage and regasification barges support LNG growth. Wärtsilä Technical Journal. URL: <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/wartsila-s-floating-storage-and-regasification-barges-support-lng-growth>.
13. Engblom K. Wärtsilä – the total LNG solution provider. Wärtsilä Technical Journal. URL: <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/wartsila-the-total-lng-solution-provider>.
14. The official site of Shell Global. LNG for transport. URL: <https://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/lng-for-transport.html>.
15. Golinelli M. A.G. New engines solutions for short and long routes. Small Scale to large Market Strategies & Technologies towards the Mediterranean Area. Naples, Italy, 10-11 May 2017. WÄRTSILÄ 39 p. URL: http://www.conferenzagnl.com/sito/wp-content/uploads/2017/05/GOLINELLI_NEW-ENGINES-SOLUTIONS-FOR-SHORT-AND-LONG-ROUTES.pdf.

REFERENCES

1. Andrew, B. (2019). Gas Processing News. Gas Processing & LNG. Retrieved from <http://gasprocessingnews.com/features/201712/gas-processing-news.aspx> (Accessed 20 Feb 2019).

2. Janiszewska-Kiewra, E. & Stadnicka, M. (2018). *The 2017 LNG market in 10 charts. Energyinsights by McKinsey*. Retrieved from <https://www.mckinseyenergyinsights.com/insights/the-2017-lng-market-in-10-charts/> (Accessed 20 Feb 2019).
3. Paton, B.Ye., Kryzhanivskiy, Ye.I., Savytskyi, M.M., Piatnychko, O.I., Zaitsev, V.V. & Mandryk O.M. (2012). *Barzha-plit dlia transportuvannia stysnutoho pryrodnoho hazu [Barge raft for transportation of Liquefied Natural Gas]*. Patent Ukraine, MPK V63V 25/00 no u 2011 13979 [in Ukraine].
4. Paton, B.Ye., Savitskiy, M.M., Savitskiy, A.M. & Mazur, A.A. (2014). *Effektivnost morskoy transportirovki prirodnogo gaza pri ispolzovanii svarnykh ballonov vysokogo davleniya [Efficiency of marine transportation of natural gas using high pressure welded cylinders]*. *Avtomaticeskaya svarka – Automatic welding*, 8, 49-55. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/as_2014_8_9 (Accessed 20 Feb 2019) [in Ukraine].
5. Paton, B.Ye., Kryzhanivskiy, Ye.I., Savytskyi, M.M., Shvydkyi E.A., Zaitsev, V.V. & Mandryk, O.M. (2012). *Sposib transportuvannia stysnutoho pryrodnoho hazu rukhomym truboprovodom [Method of transporting Liquefied Natural Gas by a moving pipeline]*. Patent Ukraine, MPK F17C 5/00 no u 2011 14580 [in Ukraine].
6. Kryzhanivskiy, Ye.I., Dzoba, O.H., Dzhus, A.P. & Mironov Yu.V. (2013). *Tekhniko-ekonomichni aspekty transportuvannia pryrodnoho hazu iz morskyykh rodovyshch [Technical and economic aspects of transportation of natural gas from offshore fields]*. *Naukovyi visnyk Ivano-Frankivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu nafty i hazu*, 2, 7-15. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvij_2013_2_2 (Accessed 20 Feb 2019) [in Russian].
7. Solomakha, A.S., Siryi, O.A., Petrenko, V.H., Holyk, A.V. & Chyrka, T.V. (2018). *Ekolohichni aspekty vykorystannia zridzhenoho hazu u dvyhunakh vnutrishnoho zghorannia [Environmental aspects of the use of Liquefied Natural Gas in internal combustion engines]*. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho, Serii: tekhnichni nauky – Scientific notes of TNU named after VI Vernadsky*, 29(68), 3, 5, 62-67 [in Ukraine].
8. Eykerman, A. (2017). *Joining the dots for LNG projects. LNG world shipping*. Retrieved from https://www.lngworldshipping.com/news/view,joining-the-dots-for-lng-projects_49182.htm (Accessed 20 Feb 2019).
9. Kuang, M. (2018). *The Future of LNG. Bloomberg New Energy Finance*. Retrieved from <https://about.bnef.com/blog/the-future-of-lng/> (Accessed 20 Feb 2019).
10. Engblom, K., Reinlund, J. & Leong, N. (2017). *LNG value chain optimisation – Case Myanmar. Wärtsilä*. Retrieved from <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/lng-value-chain-optimisation-case-myanmar> (Accessed 20 Feb 2019).

11. BNEF's long-term forecast of LNG markets to 2030. (2018). *Bloomberg New Energy Finance*. Retrieved from <https://about.bnef.com/lng-outlook/> (Accessed 20 Feb 2019).
12. Walsh, R. (2018). *Wärtsilä's floating storage and regasification barges support LNG growth*. *Wärtsilä Technical Journal*. Retrieved from <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/wartsila-s-floating-storage-and-regasification-barges-support-lng-growth> (Accessed 20 Feb 2019).
13. Engblom, K. (2015). *Wärtsilä — the total LNG solution provider*. *Wärtsilä Technical Journal*. Retrieved from <https://www.wartsila.com/twentyfour7/in-detail/wartsila-the-total-lng-solution-provider> (Accessed 20 Feb 2019).
14. *The official site of Shell Global* (2013). *LNG for transport*. Retrieved from <https://www.shell.com/energy-and-innovation/natural-gas/lng-for-transport.html> (Accessed 20 Feb 2019).
15. Golinelli, M. A.G. (2017). *New engines solutions for short and long routes. Small Scale to large Market Strategies & Technologies towards the Mediterranean Area*. WÄRTSILÄ, Italy, 39. Retrieved from http://www.conferenzagnl.com/sito/wp-content/uploads/2017/05/GOLINELLI_NEW-ENGINES-SOLUTIONS-FOR-SHORT-AND-LONG-ROUTES.pdf (Accessed 20 Feb 2019).

Стаття надійшла до редакції 12.05.2019

Посилання на статтю: Лерніченко К.В., Євтушенко В.В. Інноваційний проект регазифікаційних плавучих барж для зберігання скрапленого природного газу (FSRB) // Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: 36. наук. праць, 2019. № 2. С. 39-51. DOI: 10.31375/2226-1915-2019-2-39-51.

Reference a JournalArtic: Lernichenko, K. & Yevtushenko, V. (2019). Innovative project of regasification floating barges for the storage of liquefied natural gas (FSRB). *Development of management and entrepreneurship methods on transport*, 39-51. DOI: 10.31375/2226-1915-2019-2-39-51.