

Научная статья  
УДК 332.144  
doi:10.37614/2220-802X.4.2021.74.010

## ГЛОБАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ И ЦЕЛЕВЫЕ ИНДИКАТОРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ГАЗОДОБЫЧИ В АРКТИКЕ

Олег Викторович Жуков<sup>1</sup>, Алексей Евгеньевич Череповицын<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт экономических проблем имени Г. П. Лузина Кольского научного центра Российской академии наук, Апатиты, Россия, ORCID 0000-0002-8012-9781

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия, Cherepovitsyn\_AE@pers.spmi.ru, ORCID 0000-0003-0472-026X

**Аннотация.** Современный этап развития мирового энергетического сектора характеризуется высокой турбулентностью и динамичностью изменений. Волатильность спроса и цен на энергоресурсы, усиление конкуренции на глобальном рынке, эволюция энергобаланса, снижение роли традиционных углеводородов и прогрессивное развитие технологических инноваций значительно влияют на эффективность реализации российского газового комплекса в Арктике. Однако, помимо экономических выгод, масштабная добыча природного газа в Арктике охватывает широкий круг вопросов: обеспечение внутренних потребностей в углеводородном сырье и стабильного экспорта; минимизация ущерба окружающей среде; организация сложных наукоемких производств и загрузка промышленных мощностей; развитие транспортной и социальной инфраструктур; создание новых высокотехнологичных рабочих мест. В этих условиях долгосрочные перспективы и оценка эффективности развития сложных промышленных комплексов газодобычи определяется с учетом экологических, экономических, технологических и социальных аспектов. Произведен анализ факторов нестабильности мировой энергетической системы и их влияния на эффективность разработки газовых месторождений в Арктической зоне. Сформулированы целевые ориентиры развития российской газовой отрасли в контексте национальных интересов и приоритетов социально-экономического развития и экологической безопасности. Предложены индикаторы экономического развития промышленных комплексов газодобычи с учетом трендов глобального энергетического рынка и специфики недропользования в Арктике.

**Ключевые слова:** нефтегазовые компании, добыча природного газа, Арктика, энергетический сектор, нестабильность, турбулентность, индикаторы

**Благодарности:** исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации, проект НШ-2692.2020.5 «Моделирование эколого-сбалансированного и экономически устойчивого освоения углеводородных ресурсов Арктики».

**Для цитирования:** Жуков О. В., Череповицын А. Е. Глобальные тренды и целевые индикаторы экономического развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2021. № 4. С.128-139. doi:10.37614/2220-802X.4.2021.74.010

Original article

## GLOBAL TRENDS AND TARGET INDICATORS OF ECONOMIC DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL GAS PRODUCTION COMPLEXES IN THE ARCTIC

Oleg V. Zhukov<sup>1</sup>, Aleksey E. Cherepovitsyn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Luzin Institute for Economic Studies of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia, ORCID 0000-0002-8012-9781

<sup>2</sup>Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia, Cherepovitsyn\_AE@pers.spmi.ru, ORCID 0000-0003-0472-026X

**Abstract.** The current stage of development of the world energy sector is characterized by high turbulence and dynamism of changes. The volatility of demand and prices for energy resources, increased competition in the global market, the evolution of the energy balance, the decrease in the role of traditional hydrocarbons and the progressive development of technological innovations significantly affect the efficiency of the implementation of the Russian gas complex in the Arctic. However, in addition to economic benefits, large-scale production of natural gas in the Arctic encompasses a wide range of issues: ensuring domestic needs for hydrocarbons and stable exports, minimizing environmental damage, organizing complex science-intensive industries and loading industrial capacities, developing transport and social infrastructure, creating new high-tech work places. In these conditions, long-term prospects and assessment of the development efficiency of complex industrial gas production complexes are determined taking into account environmental, economic, technological and social aspects. The analysis of the factors of instability of the world energy system and their influence on the efficiency of the development of gas fields in the Arctic zone was carried out. Target guidelines for the development of the Russian gas industry have been formulated in the context of national interests and priorities of socio-economic development and environmental safety. Indicators of economic development of industrial gas production complexes are proposed, taking into account trends in the global energy market and the specifics of field development in the Arctic.

**Keywords:** oil and gas companies, natural gas production, Arctic, energy sector, instability, turbulence, indicators

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

**Acknowledgments:** the research was carried out with the financial support of the grant by the President of the Russian Federation for the state support of leading scientific schools of the Russian Federation, the number of the project NSh-2692.2020.5 "Modelling of ecological-balanced and economically sustainable development of hydrocarbon resources of the Arctic".

**For citation:** Zhukov O. V., Cherepovitsyn A. E. Global trends and target indicators of economic development of industrial gas production complexes in the Arctic. Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2021, no. 4, pp.128-139. doi:10.37614/2220-802X.4.2021.74.010

## Введение

Разведка и добыча нефтегазовых ресурсов Арктики осуществляется не одно десятилетие, при этом Россия приступила к изучению и эксплуатации заполярных недр одной из первых в мире. Последние годы для Арктической зоны Российской Федерации — время ключевых решений, реализации масштабных инфраструктурных и добывающих проектов, активизации инвестиционной и предпринимательской деятельности. Сегодня освоение уникальной минерально-сырьевой базы и реализация экономического потенциала северных территорий рассматривается как важный инструмент эффективного роста национальной экономики. Добыча углеводородов в Арктическом регионе будет играть ключевую роль в энергетическом балансе страны, являясь основой для замещения падения добычи на действующих месторождениях за временным горизонтом 2035 г. В частности, арктический шельф в перспективе может стать стратегическим резервом традиционных ресурсов как для России, так и для мирового энергетического рынка в целом. При этом необходимо осознавать, что освоение морских месторождений в Арктике обязательно должно обеспечивать безопасность для экосистем.

На современном этапе изученности углеводородная база российской Арктики рассматривается преимущественно как газоносная. В Российском секторе сосредоточено около 70 % мировых арктических запасов природного газа [1]. Ключевую роль в снабжении внутреннего рынка и реализации экспортного потенциала страны выполняет Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО). Благодаря высокой геологической изученности и активному развитию транспортно-производственной инфраструктуры на территории региона добывается почти 15 % мирового объема природного газа. Значительным добычным потенциалом обладают также газовые месторождения Красноярского края и Республики Саха (Якутия) [2–4]. В долгосрочной перспективе крупномасштабное освоение газовых ресурсов российской Арктики связано с континентальным шельфом. Только за период 2019–2020 гг. активизация геолого-разведочной деятельности в морских акваториях позволила открыть пять новых газовых месторождений, три из которых — уникальные<sup>1</sup>.

Разработка и эксплуатация арктических газовых месторождений способны обеспечить форсированное социально-экономическое развитие северных регионов, высокие темпы прироста минерально-сырьевой базы и укрепление позиций России на международном рынке энергетических ресурсов. В то же время перед отечественной газовой промышленностью стоят серьезные угрозы, обусловленные, прежде всего, геополитическими и технологическими факторами. Для обеспечения стратегической устойчивости реализации газовых проектов в Арктике важно принимать во внимание как существующие приоритеты и целевые ориентиры развития на уровне государства, так и условия макроэкономического окружения, составляющие основу возникновения новых тенденций на уровне мирового энергетического сектора. Сегодня на глобальном энергетическом рынке формируются новые вызовы, от эффективности разрешения которых зависят перспективы будущего развития российской газовой отрасли.

Важная роль рационального использования арктического углеводородного потенциала для развития российской экономики определяет актуальность изучения перспектив развития промышленных комплексов газодобычи за полярным кругом и формируют сложную научно-практическую задачу по обоснованию критериев его оценки с учетом факторов нестабильности мировой энергетической системы.

Цель исследования состоит в оценке современного состояния и перспектив развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике в условиях трансформации мировой энергетики и необходимости обоснования индикаторов экономического развития для обеспечения устойчивости газовой отрасли.

В статье решаются следующие исследовательские задачи: 1) определение основных тенденций развития глобального энергетического сектора, формирующих высокий уровень неопределенности при реализации арктического газового комплекса; 2) формулирование целевых ориентиров развития российской газовой отрасли в Арктике в контексте национальных интересов и приоритетов устойчивого развития региональных экономических систем;

<sup>1</sup> Не ремесло, а творческая специальность. ЦДУ ТЭК. URL: [https://www.cdu.ru/tek\\_russia/issue/2021/8/935/](https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2021/8/935/) (дата обращения: 27.10.2021).

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

3) разработка индикаторов экономического развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике.

Экономическая эффективность промышленных систем газодобычи в Арктике должна перейти из категории абстрактных понятий в управляемую величину, подлежащую оценке и сопоставлению. Первым шагом к этому должна стать разработка конкретных индикаторов, отражающих степень устойчивости освоения арктического газового потенциала с учетом формируемых эффектов и предпосылок к трансформации экологических, экономических и социальных составляющих на различных уровнях.

### Российский газовый комплекс в Арктике в условиях высокой турбулентности мировой энергетической системы

На сегодняшний день в России государственная политика в Арктике стремится ответить на вызовы и потребности нефтегазового комплекса и направлена на создание максимально благоприятных условий для освоения уникального ресурсного потенциала Крайнего Севера. Разработана базовая система налоговых преференций, позволяющая вводить в разработку ранее нерентабельные запасы. Формируются новые модели работы инвесторов на арктическом шельфе. Действует механизм территориально-отраслевого развития арктических регионов, обеспечивающий согласование промышленных объектов, транспортно-логистической и социальной инфраструктур [5]. Точечное совершенствование государственного регулирования недропользования в Арктике в соответствии с национальными интересами постепенно конвертируется в видимый результат. Сегодня на заполярных территориях добывается 17 % российской нефти и более 80 % природного газа. Грузопоток по Северному морскому пути (СМП) увеличился с 4 млн тонн в 2014 г. до 31,5 млн тонн в 2019 г.<sup>2</sup> Российская Арктическая зона стала важным центром производства сжиженного природного газа (СПГ) [6].

Однако важно учитывать, что сегодня освоение углеводородных ресурсов осуществляется в условиях высокой неопределенности и динамичности изменений глобальной энергетической системы. Пандемия COVID-19 и последовавший за ней

экономический кризис изменили ход развития мировой экономики и усилили растущую нестабильность и непредсказуемость нефтегазового рынка. В 2020 г. показатель валового внутреннего продукта (ВВП) по странам мира снизился на 3,4 % по сравнению с 2019 г.<sup>3</sup>, что свидетельствует о замедлении экономической активности в глобальном значении.

Масштабными последствиями ограничительных мер в период пандемии стали сбои в цепочках поставок, избыток предложения на нефтегазовом рынке и ужесточение ценовой конкуренции среди производителей энергоресурсов. Закономерным результатом стало беспрецедентное снижение мирового спроса и цен на углеводороды. Несмотря на то что природный газ обычно демонстрирует меньшую эластичность по ВВП, чем нефть, 2020 г. характеризовался радикальным сокращением затрат в разведку и добычу газа, пересмотром инвестиционных программ и сроков ввода проектов с высокой стоимостью производства<sup>4</sup>.

Неблагоприятная внешняя конъюнктура, а также сокращение внутреннего спроса на газ из-за пандемических ограничений привели к существенному падению добычи газа в России в 2020 г. Как видно из рис. 1, снижение производства произошло впервые за последние пять лет. При этом глубина спада была одной из самых больших в новейшей истории. Важно отметить, что основной газодобывающий регион России (ЯНО), расположенный в Арктической зоне, продемонстрировал один из худших результатов, снизив добычу на 7,7 %. Показатель экспорта газа в 2020 г. снизился на 10,4 % по сравнению с предыдущим годом; доходы от экспорта — на 39,4 %<sup>5</sup>.

Однако уже в середине 2021 г. ситуация на мировом газовом рынке кардинально изменилась. Оживление мировой экономической активности стимулировало рост глобального энергопотребления до допандемийных значений. Увеличение спроса на СПГ в Азии, низкий уровень наполненности европейских газохранилищ и снижение производства возобновляемой энергии привели к росту котировок газа до исторических максимумов<sup>6</sup>. Несмотря на текущий положительный эффект для российских производителей, дальнейшие перспективы развития газового рынка весьма туманны, так как нет полной уверенности в сценариях восстановления мировой экономики.

<sup>2</sup> Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74710556/> (дата обращения: 09.11.2021).

<sup>3</sup> Economic impacts of Covid-19. Global Energy Review 2021, International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021/economic-impacts-of-covid-19> (дата обращения: 15.10.2021).

<sup>4</sup> Коронакризис. Влияние COVID-19 на ТЭК в мире и в России. URL: <https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/S>

KOLKOVO\_EneC\_COVID19\_and\_Energy\_sector\_RU.pdf (дата обращения: 02.11.2021).

<sup>5</sup> Аналитический бюллетень «Нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность: тенденции и прогнозы». № 41. Итоги 2020 года. URL: <https://riarating.ru/images/63019/52/630195265.pdf> (дата обращения: 20.10.2021).

<sup>6</sup> ЕК: Цена на газ в Европе выросла в 13 раз. URL: [http://www.ngv.ru/news/ek\\_tsena\\_na\\_gaz\\_v\\_evrope\\_vyroslo\\_v\\_13\\_raz\\_/?sphrase\\_id=3586987](http://www.ngv.ru/news/ek_tsena_na_gaz_v_evrope_vyroslo_v_13_raz_/?sphrase_id=3586987) (дата обращения: 27.10.2021).

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Турбулентность мировой энергетической системы и резкие изменения в ценообразовании снижают инвестиционную привлекательность уникальных как по масштабу, так и по сложности арктических проектов. Сложность добычи в Арктике обусловлена прежде всего суровыми природно-климатическими

условиями макрорегиона, которые сужают временные возможности проведения работ по геологоразведке и разработке месторождений, а также предъявляют повышенные требования к применяемым технологиям и компетенциям [7].

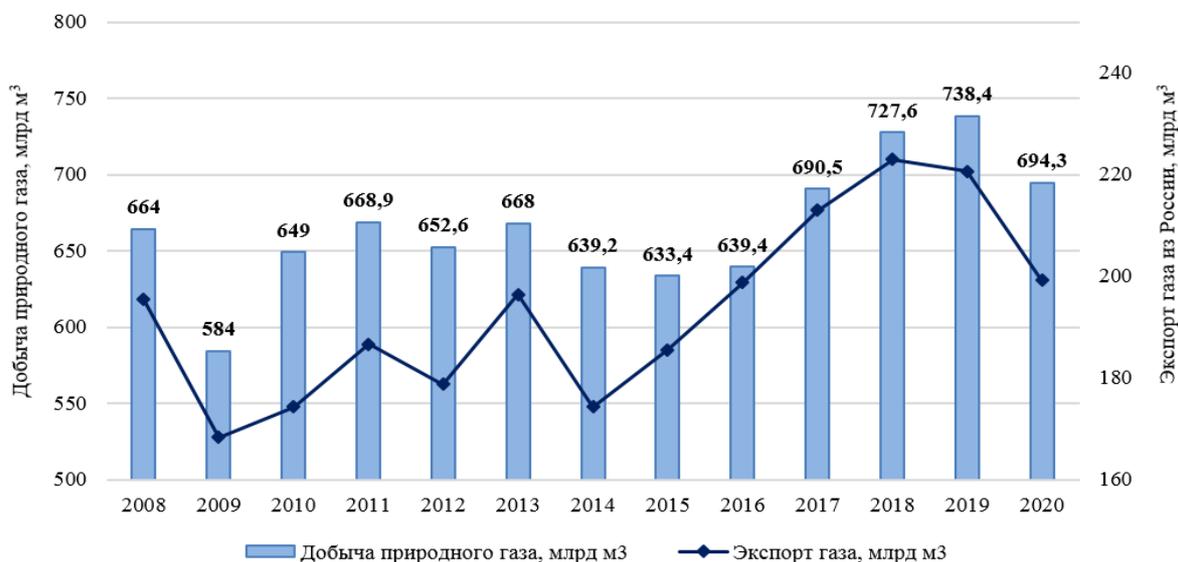


Рис. 1. Динамика добычи и экспорта природного газа в России. Составлено автором с использованием данных <https://riarating.ru/images/63019/52/630195265.pdf>

Неопределенность рынка усиливается геополитическими факторами. Торговые войны, прежде всего между Китаем и США, становятся причиной замедления мировой экономики и обострения конкуренции за традиционные и перспективные рынки сбыта [8]. Несмотря на резкое снижение производства в секторе сланцевой добычи в 2020 г., США сохраняет высокую активность на газовом рынке, прежде всего в европейском регионе, и зачастую использует механизмы политического и санкционного давления на конкурентов. Кроме того, противоречия между странами могут оказаться частью более широкой тенденции — распространения протекционизма и регионализации мировой экономики, которая представляет риск для спроса на энергоресурсы. Выходят на мировой сырьевой рынок и другие крупные игроки. В последние годы наблюдается расширение ресурсной базы известных и открытие новых нефтегазовых бассейнов в Мировом океане, включая шельф Бразилии, Израиля, Мексики, Кипра, Танзании и Мозамбика [9]. На большинстве новых территорий превалирует газ, что увеличивает конкуренцию для российских газовых проектов.

В этой ситуации крупнейшие импортеры российского природного газа, стремясь к диверсификации поставок, переориентируют закупки на других поставщиков и перестраивают логистические цепочки. Важной особенностью современного мирового газового рынка является

смещение спроса от европейских стран в сторону Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), который сегодня рассматривается как перспективное направление экспорта российских арктических ресурсов. Однако даже выход на новые рынки не гарантирует стабильного экспорта, поэтому целесообразность реализации арктических газовых проектов должна рассматриваться в аспекте будущего спроса на добываемые энергоресурсы.

Другой ключевой тенденцией развития энергетического рынка является трансформация структуры энергопотребления под влиянием трендов декарбонизации и актуализации вопросов изменения климата. Во всем мире страны и компании заявляют о стремлении к углеродной нейтральности, создании энергетических систем с низким уровнем выбросов парниковых газов и о расширении использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [10, 11]. «Энергетический переход» — важнейший глобальный тренд современного этапа развития мировой экономики, к которому необходимо адаптироваться всем энергоемким отраслям, в том числе газовой. Он подразумевает новый характер взаимоотношений человека с природой и развитие нового типа экономического роста, основанного на парадигме устойчивого развития.

По оценкам экспертов Центра энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО, мировые инвестиции в нефтегазовую промышленность сократятся в 2020–2021 гг. более чем на 45 %, что связано в том числе

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

с переориентацией ряда компаний на «зеленый» вектор развития<sup>7</sup>. Во многом смещение фокуса добывающих компаний в пользу низкоуглеродных стратегий связано с ростом ESG-факторов (Environmental, Social, Governance) при оценке проектов. Мировые финансовые институты отказываются финансировать углеродоемкие активы, что приводит к глобальному перетоку финансирования в возобновляемую энергетику.

Снижение роли ископаемого топлива и диверсификация энергетического баланса может повлиять на перспективы реализации арктических газовых проектов, ориентированных прежде всего на экспорт. Экономический кризис и движение мировой экономики в сторону чистого нуля отразились на динамике спроса на природный газ. После значительного увеличения на 5,3 % в 2018 г. глобальный спрос на газ вырос на 1,8 % в 2019 г. и снизился на 3 % в 2020 г. Это революционный поворот для отрасли, ориентированной на динамичный рост. Согласно прогнозам развития мирового энергетического рынка, спрос на природный газ продолжит увеличиваться на 1,2 % в год в период 2030–2040 гг., что ниже докризисных прогнозов, так как газ все чаще будет сталкивается с конкуренцией со стороны ВИЭ<sup>8</sup>.

Тем не менее в долгосрочной перспективе ожидается сохранение конкурентных позиций природного газа, в особенности в условиях возрастающего спроса в развивающихся странах. Кроме того, технологии разведки, добычи и транспортировки газа являются более экологически безопасными по сравнению с добычей нефти и угля и обеспечивают устойчивость газовой отрасли на фоне актуализации климатической повестки. Это открывает широкие возможности для природного газа и продуктов его переработки. Также природный газ сегодня рассматривается в качестве сырья для производства водорода, который в долгосрочной перспективе может стать важным энергоносителем для решения климатических задач, получения, накопления, хранения и доставки энергии [12].

Необходимость решения экологических и климатических проблем повышает интерес государств, игроков энергетического рынка и научных сообществ к экологической безопасности разведки и эксплуатации арктических недр [13]. Сегодня реализация экологических приоритетов в Арктике рассматривается как важная составляющая национальных идей ведущих нефтегазодобывающих стран и как элемент международной идентичности крупнейших компаний энергетического рынка.

В газовой индустрии остро стоит проблема эмиссии и утечки метана. Несмотря на то что CH<sub>4</sub>

сохраняется в атмосфере более короткое время чем CO<sub>2</sub>, парниковый эффект от выбросов метана в десятки раз выше, чем от углекислого газа [14]. Эколого ориентированная реализация арктических газовых проектов может быть обеспечена прежде всего применением технологических инноваций и экологически безопасных методов добычи и транспортировки, а также оптимизацией производственных процессов к северным условиям. Усовершенствование процедур предотвращения и реагирования на негативные явления промышленной деятельности, а также моделирование возможных сценариев аварий позволят снизить экологические риски газовых проектов [15]. Кроме того, немаловажное значение имеют стратегический подход недропользователей к интеграции принципов экологической безопасности производства в бизнес-модели, построение системы экологического менеджмента и строгое соблюдение национальных и международных природоохранных требований.

Вопросы экологии и высокая конкуренция на мировом энергетическом рынке диктует необходимость непрерывного инновационного обновления газового комплекса. Причем Арктический регион с его экстремальными климатическими условиями предъявляет к оборудованию и технологиям повышенные требования. Развитие новых научных знаний, апробация наукоемких технологий производства и методов транспортировки позволит существенно снизить издержки производства, обеспечить рациональное использование ресурсов и экологическую безопасность процессов освоения недр, расширить экспорт высокотехнологичной продукции и сервиса, обеспечить развитие и максимальную загрузку российской науки и смежных отраслей [16, 17].

Особую роль в условиях современного технологического уклада занимают цифровые технологии. Трансформация управленческих и производственных процессов на основе внедрения принципиально новых систем получения и обработки данных, цифровых инструментов и механизмов управления является конкурентным преимуществом для компаний на уровне мировой газовой отрасли [18]. Данный тренд особенно актуален и для освоения арктических месторождений не только в контексте достижения технологических и экономических эффектов, но и с позиции обеспечения промышленной безопасности («интеллектуальное месторождение»).

В таблице 1 систематизированы основные тенденции развития мировой энергетической системы, формирующие условия высокой турбулентности реализации арктического газового комплекса.

<sup>7</sup> Коронакризис. Влияние COVID-19 на ТЭК в мире и в России. URL: [https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOV\\_O\\_EneC\\_COVID19\\_and\\_Energy\\_sector\\_RU.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOV_O_EneC_COVID19_and_Energy_sector_RU.pdf) (дата обращения: 02.11.2021).

<sup>8</sup> IEA (2021), Global Energy Review 2021, IEA, Paris. URL: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021> (дата обращения: 15.10.2021).

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Таблица 1

## Глобальные тренды развития энергетического сектора

Глобальные тренды	Стратегические задачи развития арктического газового комплекса
Пандемийная и постпандемийная действительность развития экономики и энергетики	Переход на непрерывный анализ факторов внешнего окружения Обеспечение гибкости и адаптивности реализуемых стратегий Совершенствование подходов к принятию решений и стратегическому управлению нефтегазовыми компаниями Формирование стратегических партнёрств
Усиление конкурентной борьбы на традиционных рынках углеводородных ресурсов	Развитие системы новых конкурентных преимуществ Обеспечение эффективности активов по всей цепочке создания конечной стоимости Максимизация ценности активов за счет внедрения принципиально новых подходов к управлению стоимостью и портфелем активов
Изменение климата, декарбонизация мировой экономики	Снижение энергоёмкости и ресурсоемкости Инвестиции в технологии для снижения углеродного следа по всей цепочке создания стоимости Использование возобновляемой энергии и водорода в производственных процессах Снижение объема или отказ от сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ), сокращение утечек метана
Обеспечение экологической безопасности недропользования в Арктике	Внедрение инновационных технологических решений, повышающих экологическую безопасность добычи и транспортировки газа Реализация мер по предотвращению аварийных ситуаций Соблюдение высоких экологических национальных и международных экологических стандартов и требований Создание систем экологического менеджмента
Технологическая трансформация и цифровизация нефтегазового комплекса	Формирование собственного научно-технологического задела Снижение уровня зависимости от импортного оборудования, техники, технологий и сервисного обслуживания Развитие собственных технологических компетенций Внедрение цифровых решений в производственные процессы и управленческие процессы

*Примечание.* Составлено автором.

Таким образом, с одной стороны, в последние несколько лет наблюдается активизация проектной деятельности по освоению углеводородного потенциала Арктической зоны, подкрепленная государственной поддержкой в рамках определения макрорегиона как основного инструмента реализации геополитических интересов и обеспечения национальной безопасности России. Для этих целей производится модернизация и обновление объектов арктической инфраструктуры, разрабатывается комплекс стимулирующих мер для недропользователей, создаются условия для инвестиционной и предпринимательской активности в регионе.

С другой стороны, серьезные изменения в организации мировой экономики и энергетических рынков угрожают стабильности и устойчивому развитию капиталоемких, высокорисковых, требующих непрерывного технологического обновления арктических проектов. Спровоцированная дисбалансом спроса и предложения жесткая ценовая конкуренция и, как следствие, резкое падение цен

на углеводороды, существенное изменение структуры энергопотребления, включая заметное увеличение доли ВИЭ, ставят под вопрос эффективность новой проектной деятельности в Арктике и увеличивают риски изменения сроков и снижения рентабельности текущих проектов. Долгосрочные прогнозы не гарантируют быстрой стабилизации рынка, снижая инвестиционную привлекательность арктических проектов.

Тем не менее пока наблюдается только краткосрочный негативный эффект, и основной задачей является минимизация отрицательных последствий экономического спада 2020 г., наращивание мощностей и достижение долгосрочной эффективности газового комплекса в Арктике. Низкая конкурентоспособность арктических проектов, в особенности морских, не означает необходимости отказа от дальнейшего изучения и освоения этого крайне перспективного газоносного региона.

Выявление и оценка возможности развития бизнеса в новой турбулентной среде и определение конкретных мер для реализации стратегических целей — важный приоритет современного развития

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

газовых компаний. Основным фокусом развития арктического сектора добычи природного газа должна стать экстренная адаптация к новым условиям, а также дальнейшая целенаправленная политика государства в отношении поддержки комплексного освоения ресурсного и экономического потенциала Арктической зоны.

#### Целевые ориентиры развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике

При определении эффективности развития промышленных систем газодобычи в Арктике важно учитывать качественные и количественные приоритеты и целевые ориентиры, декларируемые в действующих федеральных программах комплексного развития Арктической зоны Российской Федерации<sup>9</sup>.

В стратегические основы развития Арктической зоны заложено высокое значение полномасштабного освоения газовых ресурсов Крайнего Севера для надежного удовлетворения потребностей внутреннего рынка и обеспечения стабильного экспорта; укрепления позиций России в качестве влиятельного арктического государства; увеличения грузопотока по СМП — главной транспортной

и коммуникационной артерии заполярных территорий. Основные приоритеты государственной политики в арктическом регионе — рациональное недропользование и воспроизводство ресурсного потенциала в целях устойчивого обеспечения экономики страны запасами газа посредством выявления и реализации перспективных добычных проектов.

Приоритетными задачами также являются технологическая трансформация и достижение технико-экономической независимости газового комплекса на основе переориентации отрасли на инновационные и наукоемкие производственные процессы. Развитие импортозамещения и локализация критически важного оборудования в условиях ограниченного доступа к западным технологиям на основе фундаментальных и прикладных научных исследований и разработок, формирование собственного технологического задела и развитие кадрового потенциала представляются важной частью системы государственного стратегического развития недропользования в Арктике.

Целевые ориентиры развития газового комплекса в контексте национальных интересов России в Арктической зоне представлены на рис. 2.



Рис. 2. Цели стратегического развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике в контексте национальных интересов Российской Федерации. Составлено автором с использованием данных <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74710556/>, <https://base.garant.ru/400534977/>

При этом в основу стратегического развития Арктики заложены, помимо обеспечения национальных интересов, достижение ожидаемого экономического эффекта от реализации газовых проектов, соблюдение высоких стандартов

экологической безопасности и социальной ответственности в интересах заинтересованных лиц перспективных добычных проектов.

Первостепенное значение имеет экологический аспект недропользования в Арктике. Сегодня

<sup>9</sup> Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74710556/> (дата обращения: 09.11.2021); Постановление Правительства РФ

от 30 марта 2021 г. № 484 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации"». URL: <https://base.garant.ru/400534977/> (дата обращения: 09.11.2021).

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

производственные операции за полярным кругом представляются как главный фактор, вызывающий ускорение темпов роста выбросов парников газов, загрязнение природных систем и возможность техногенных катастроф [19]. Сохранение высокочувствительных экологических систем Арктической зоны, развитие системы мониторинга и обеспечение охраны окружающей среды становятся обязательным условием стратегического планирования хозяйственной деятельности в арктических регионах.

Значительное влияние реализация инвестиционных проектов, в частности по добыче газа, оказывает на социально-экономическое развитие Арктики. Сырьевая направленность экономики регионов определяет высокую долю добычи углеводородов в составе валового регионального продукта (ВРП) и налоговых поступлений в бюджет, оказывает значительное влияние на формирование уровня жизни и обеспечение занятости населения. Процесс реализации арктического ресурсного потенциала представляется фундаментом стабильной, имеющей возможности адаптации к внешним вызовам экономики российской Арктики [20]. Кроме того, эксплуатация газовых месторождений придаст импульс развитию смежных секторов промышленности, таких как нефтегазохимия, судостроение, производство оборудования и материалов для газовой отрасли, послужит

стимулом для развития сектора малого и среднего предпринимательства, особенно в сервисном бизнесе, и для повышения предпринимательской активности в регионе в целом.

Значительны выгоды от интенсификации газодобычи в макрорегионе с точки зрения социально-экономических последствий для населения. Это выражается в повышении качества жизни и благосостояния жителей арктических регионов, в обеспечении положительных демографических процессов, формировании условий для эффективного использования высококвалифицированного труда и развития компетенций, построении эффективной социальной инфраструктуры и снижении расслоения общества по уровню доходов. Повышение занятости в высокотехнологичных отраслях, в свою очередь, активизирует развитие системы образования и научно-исследовательской деятельности [21].

Таким образом, фундаментом развития промышленных систем газодобычи в Арктике становится единство обеспечения экономической эффективности добычи, социально-экономического развития регионов и сохранения уязвимых экосистем Крайнего Севера. Перечисленные условия лежат в основе устойчивого развития газового сектора. На базе этих императивов можно сформировать систему целей развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике в контексте концепции устойчивого развития (табл. 2).

Таблица 2

Целевые ориентиры реализации газового комплекса в контексте экологической безопасности и социально-экономического развития арктических регионов

Направления развития	Целевые ориентиры
Экологическая безопасность	Развитие системы охраны окружающей среды, сохранение биоразнообразия в местах ведения геолого-разведочных и добычных работ Реализация проектов по очистке территорий от загрязнений и ликвидации накопленного экологического ущерба Реализация концепции «нулевая эмиссия CO <sub>2</sub> »
Социальная ответственность	Повышение уровня занятости, рост благосостояния и улучшение качества жизни населения арктических регионов Модернизация и развитие социальной и транспортной инфраструктур Сохранение традиционных видов деятельности коренного населения Крайнего Севера
Экономическая эффективность	Обеспечение восполнения минерально-сырьевой базы и вовлечение в разработку новых месторождений Приток частных и государственных инвестиций в регионы Увеличение налоговых отчислений в региональные бюджеты Стимулирование развития смежных отраслей

Примечание. Составлено автором.

Таким образом, общей целью стратегического развития комплексного освоения минерально-сырьевой базы Арктического региона является обеспечение устойчивой эксплуатации углеводородных месторождений, всецело учитывающей экономические, геологические, инновационно-

технологические, социальные и экологические факторы в целях гарантирования национальной безопасности и защиты интересов Российской Федерации в Арктике. Кроме того, необходимо придать новый импульс социально-экономическому развитию арктических регионов, а также формированию логистическо-

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

транспортных коммуникаций, в том числе активизации транзитного потенциала СМП как национальной транспортной магистрали, обеспеченной соответствующей грузовой базой.

При этом система развития промышленных систем газодобычи в Арктике формируется как интеграционный механизм на основе взаимовыгодного сотрудничества государства, нефтегазовых компаний, крупных инвесторов, региональной власти и бизнеса, а также научного сообщества.

#### Индикаторы экономического развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике

Мировые тренды развития нефтегазового комплекса и вызовы глобальной энергетики, такие как неблагоприятная конъюнктура цен на ресурсы, сокращение потребления углеводородов в долгосрочной перспективе, развитие рынка ВИЭ, опережающее технологическое развитие, а также ужесточение природоохранных требования к газовому бизнесу, способствуют формированию новых подходов к управлению сложными промышленными системами, связанными с добычей природного газа.

Учет этих тенденций — важнейшая целевая установка системы стратегического развития на уровне газовых компаний и государства в целом

для сохранения стабильности текущей деятельности, повышения эффективности и укрепления положения для обеспечения устойчивого развития в будущем.

Влияние факторов глобальной нестабильности заставляют недропользователей сдвигать акценты в сторону коммерческой и производственной эффективности хозяйственной деятельности. Учитывая уязвимость арктических природных комплексов и трудности социального-экономического развития макрорегиона, необходимо соблюдать приоритет экологической безопасности и социальной ответственности при осуществлении производственной деятельности. Принципы устойчивого развития последовательно интегрируются в систему стратегического управления объектами газодобычи. Их учет позволит произвести более комплексную и объективную оценку для принятия инвестиционных решений.

На основе перечисленных факторов автором предложен перечень индикаторов экономической эффективности промышленных комплексов газодобычи в Арктике с учетом целевых ориентиров реализации арктических газовых проектов и факторов глобальной нестабильности мирового энергетического сектора (табл. 3).

Таблица 3

Индикаторы экономической эффективности развития промышленных комплексов газодобычи в Арктике

Группа индикаторов	Индикаторы
Инвестиционные	Период окупаемости, лет Индекс доходности инвестиций Внутренняя норма доходности Чистый дисконтированный доход
Отраслевые	Объем экспорта, млрд руб. Доход государства, млрд руб. Объем перевозок по СМП, млн тонн / год Выход на новые рынки, ед.
Технологические	Использование инновационных, наукоемких технологий в добыче и транспортировке природного газа, ед. Доля российского оборудования и технологий в активах проекта, % Использование цифровых технологий, ед. Привлечение специалистов высокого уровня профессионально-технической компетентности, чел.
Социальные	Создание рабочих мест в регионе присутствия, тыс. ед. Развитие региональной транспортной инфраструктуры, ед. Развитие региональной социальной инфраструктуры, ед. Газификация российских регионов, ед.
Экологические	Выбросы метана, млн тонн / год Энергоемкость производства, кВт/ м <sup>3</sup> природного газа Объем ликвидированного накопленного экологического ущерба, тонн Объем финансирования на сохранение биоразнообразия и защиту экосистем, млн руб. Уровень утилизации ПНГ, % Отношение суммы утилизированных и обезвреженных отходов к количеству отходов, находящихся в обращении Энергопроизводство из ВИЭ, кВт · ч

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

Предложенные индикаторы подразумевают соблюдение баланса между амбициозными глобальными целями, национальным и региональным контекстами освоения газовых ресурсов Арктики и интересами недропользователей. Индикаторы всецело учитывают особенности реализации арктических газовых проектов, в том числе шельфовых, специфику развития региональных экономических систем, параметры инновационного развития энергетического сектора, а также влияние трансформации мировой энергетической системы.

Значительное количество показателей экологической устойчивости промышленных систем газодобычи обусловлено высоким значением решения проблем экологически безопасной добычи и транспортировки природного газа. На сегодняшний день сохраняются высокие экологические риски реализации газовых проектов, в особенности на континентальном шельфе, и расширения трансарктических перевозок. Решение этих проблем является приоритетной по сравнению с получением экономических и геополитических выгод от освоения Арктики.

### Заключение

По результатам проведенного исследования сформулированы следующие выводы.

1. Реализация газовых проектов в Арктике станет ответом на вызовы, которые в долгосрочном плане стоят перед российским энергетическим сектором. Масштабное и комплексное освоение ресурсов природного газа создаст возможность сформировать новую производственную базу отрасли, которая в совокупности с географической близостью к крупнейшим рынкам сбыта Евросоюза и АТР и развитой транспортно-логистической системой значительно повысит конкурентоспособность отечественного газового комплекса, сформирует высокотехнологичный облик российской экономики и обеспечит лидирующие позиции Российской Федерации в мировой энергетике.

2. Сегодня освоение арктических ресурсов осуществляется в условиях глобальной нестабильности

энергетического рынка. Пандемия COVID-19 изменила ход развития мировой экономики и перспективы реализации нефтегазового комплекса. Прогнозируется, что снижение мирового спроса на углеводороды и волатильность цен могут оказаться устойчивыми в долгосрочной перспективе. Существенно меняется структура мирового нефтегазового рынка и усиливается межтопливная конкуренция под влиянием процессов декарбонизации и интенсивного развития сектора ВИЭ. Появление новых игроков и регионов добычи изменяет пропорции рынка и механизм формирования цен на ресурсы, а также усиливает конкуренцию за традиционные и перспективные рынки сбыта. Ключевым фактором эффективного развития нефтегазовой отрасли становятся внедрение передовых технико-технологических решений и непрерывное инновационное обновление.

3. По мере возникновения и развития новых тенденций, имеющих эколого ориентированную направленность, для успешной реализации арктическим газовым проектам становится недостаточным достижение лишь экономических эффектов. Основой устойчивого освоения ресурсов Арктики становится единство социально-экономического развития регионов, обеспечения защиты и сохранения уязвимых экосистем Крайнего Севера и широкого применения научно-технических инноваций для решения производственных и управленческих задач.

4. Предложенные индикаторы эффективности промышленных систем газодобычи в Арктике учитывают векторы трансформации мировой энергетической системы, высокую значимость социально-экономического развития арктических регионов, необходимость решения вопросов экологической безопасности эксплуатации недр и тенденции стремительного развития наукоемких технологий в газовой отрасли. Непрерывный анализ динамики количественных показателей по каждому индикатору позволит сделать выводы о направлениях развития промышленных систем газодобычи в Арктике, а также дать рекомендации по их совершенствованию.

### Список источников

1. Balashova E. S., Gromova E. A. Arctic shelf development as a driver of the progress of the Russian energy // MATEC Web of Conferences. Saint Petersburg, 2017. P. 06008. DOI: 10.1051/matecconf/201710606008
2. Katyshcheva E. G. Developing Gas Fields in the Yamal Peninsula as a Factor of Economic Development of the Arctic Zone of Russia // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. P. 012127. DOI: 10.1088/1755-1315/302/1/012127
3. Череповицын А. Е., Соловьева В. М. Анализ сырьевого углеводородного потенциала Российской Арктики // Наукосфера. 2020. № 11-2. С. 257–261. DOI: 10.5281/zenodo.4293527
4. Экономическая оценка углеводородной сырьевой базы арктического шельфа России / В. И. Назаров, Г. А. Григорьев, О. С. Краснов, Л. В. Медведева // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2021. Т. 16, № 1. DOI: 10.17353/2070-5379/9\_2021
5. Капустин А. Я. От фрагментации к комплексному регулированию. Право и освоение нефтегазовых ресурсов российской Арктики и континентального шельфа // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2020. № 5 (101). С. 20–25.

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

6. Евсева О. О., Череповицын А. Е. Перспективные российские проекты сжиженного природного газа: методические подходы к их оценке // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2019. № 1 (63). С. 69–78. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.1.2019.63.69-78
7. Чвилева Т. А. Факторы, сдерживающие реализацию углеводородных проектов в российской Арктике // Оригинальные исследования. 2019. № 12 (9). С. 127–131.
8. Евсеев В. В. Торговая и технологическая война США и Китая // Геоэкономика энергетики. 2019. Т. 7, № 3. С. 110–130.
9. Богоявленский В. И., Богоявленский И. В. Арктика и Мировой океан: глобальные и российские тренды развития нефтегазовой отрасли // Научные труды Вольного экономического общества России. 2019. Т. 218, № 4. С. 152–179.
10. Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M. D., Wagner N., Gorini R. The role of renewable energy in the global energy transformation // Energy Strategy Reviews. 2019. 24. P. 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
11. Hemrit W., Benlagha N. Does renewable energy index respond to the pandemic uncertainty? // Renewable Energy. 2021. 177. P. 336–347. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.130>
12. Роль российского природного газа в развитии водородной энергетики / О. Аксютин, А. Ишков, К. Романов, Р. Тетеревлев // Энергетическая политика. 2021. № 3 (157). С. 6–19. DOI: 10.46920/2409-5516\_2021\_3157\_6
13. Брехунцов А. М., Петров Ю. В., Прыкова О. А. Экологические аспекты освоения природно-ресурсного потенциала российской Арктики // Арктика: экология и экономика. 2020. № 3 (39). С. 34–47. DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-34-47
14. Cooper J., Balcombe P., Hawkes A. The quantification of methane emissions and assessment of emissions data for the largest natural gas supply chains // Journal of Cleaner Production. 2021. 320. P. 128856. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128856>
15. Bubbico R., Lee S., Moscati D., Paltrinieri N. Dynamic assessment of safety barriers preventing escalation in offshore Oil & Gas // Safety Science. 2020. 121. P. 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.09.011>
16. Dmitrieva D., Romasheva N. Sustainable Development of Oil and Gas Potential of the Arctic and Its Shelf Zone: The Role of Innovations // J. Mar. Sci. Eng. 2020. 8. P. 1003. <https://doi.org/10.3390/jmse8121003>
17. Berezikov S. A. Structural changes and innovation economic development of the Arctic regions of Russia // Journal of Mining Institute. 2019. Vol. 240. P. 716–723. DOI: 10.31897/PMI.2019.6.716
18. Казанин А. Г. Тенденции и перспективы развития нефтегазового сектора в условиях цифровизации // Экономика и управление. 2020. Т. 26, № 1 (171). С. 35–45. DOI: 10.35854/1998-1627-2020-1-35-45
19. Peters G. P., Nilssen T. B., Lindholt L., Eide M. S., Glomsrød S., Eide L. I. and Fuglestad J. S. Future emissions from shipping and petroleum activities in the Arctic // Atmos. Chem. Phys. 2011. 11. P. 5305–5320. <https://doi.org/10.5194/acp-11-5305-2011>
20. Лексин В. Н., Порфирьев Б. Н. Социально-экономические приоритеты устойчивого развития арктического макрорегиона России // Экономика региона. 2017. Т. 13, № 4. С. 985–1004. DOI: 10.17059/2017-4-2
21. Корчак Е. А. Арктическая зона России: социальный портрет регионов / Инт. экон. проблем Кольского науч. центра РАН. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2017. 101 с.

## References

1. Balashova E. S., Gromova E. A. Arctic shelf development as a driver of the progress of the Russian energy system. *MATEC Web of Conferences*. Saint Petersburg, 2017, p. 06008. DOI: 10.1051/mateconf/201710606008
2. Katysheva E. G. Developing Gas Fields in the Yamal Peninsula as a Factor of Economic Development of the Arctic Zone of Russia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, p. 012127. DOI: 10.1088/1755-1315/302/1/012127
3. Cherepovitsyn A. E., Solov'eva V. M. Analiz syr'evogo uglevodorodnogo potentsiala Rossijskoj Arktiki [Analysis of the raw hydrocarbon potential of the Russian Arctic]. *Naukosfera* [Naukosphere], 2020, no. 11–2, pp. 257–261. (In Russ.). DOI: 10.5281/zenodo.4293527
4. Nazarov V. I., Grigor'ev G. A., Krasnov O. S., Medvedeva L. V. Ekonomicheskaya ocenka uglevodorodnoj syr'evoy bazy arkticheskogo shel'fa Rossii [Economic assessment of the hydrocarbon raw material base of the Arctic shelf of Russia]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika* [Oil and Gas Geology. Theory and Practice], 2021, vol. 16, no. 1. (In Russ.). DOI: 10.17353/2070-5379/9\_2021
5. Kapustin A. Ya. Ot fragmentacii k kompleksnomu regulirovaniyu. Pravo i osvoenie neftegazovykh resursov rossijskoj Arktiki i kontinental'nogo shel'fa [From fragmentation to complex regulation. Law and development of oil and gas resources of the Russian Arctic and continental shelf]. *Delovoj zhurnal Neftegaz.RU* [Business Magazine Neftegaz.RU], 2020, no. 5 (101), pp. 20–25. (In Russ.).
6. Evseeva O. O., Cherepovitsyn A. E. Perspektivnye rossijskie proekty szhizhennogo prirodno go gaza: metodicheskie podhody k ih ocenke [Promising Russian liquefied natural gas projects: methodological approaches to their assessment]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poriyadka* [The North and the Market: the Formation of an Economic Order], 2019, no. 1 (63), pp. 69–78. (In Russ.). DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.1.2019.63.69-78
7. Chvileva T. A. Faktory, sderzhivayushchie realizaciyu uglevodorodnykh proektov v rossijskoj Arktike [Factors constraining the implementation of hydrocarbon projects in the Russian Arctic]. *Original'nye issledovaniya* [Original Research], 2019, no. 12 (9), pp. 127–131. (In Russ.).

## РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ НА СЕВЕРЕ И В АРКТИКЕ

8. Evseev V. V. Torgovaya i tekhnologicheskaya vojna SSHA i Kitaya [Trade and technological war of the USA and China]. *Geoekonomika energetiki* [Goeconomics of Energy], 2019, vol. 7, no. 3, pp. 110–130. (In Russ.).
9. Bogoyavlenskij V. I., Bogoyavlenskij I. V. Arktika i Mirovoj okean: global'nye i rossijskie trendy razvitiya neftegazovoj otrasli [The Arctic and the World Ocean: global and Russian trends in the development of the oil and gas industry]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific Works of the Free Economic Society of Russia], 2019, vol. 218, no. 4, pp. 152–179. (In Russ.).
10. Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M. D., Wagner N., Gorini R. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 2019, 24, pp. 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
11. Hemrit W., Benlagha N. Does renewable energy index respond to the pandemic uncertainty? *Renewable Energy*, 2021, 177, pp. 336–347. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.130>
12. Aksyutin O., Ishkov A., Romanov K., Teterevlev R. Rol' rossijskogo prirodnogo gaza v razvitii vodorodnoj energetiki [The role of Russian natural gas in the development of hydrogen energy]. *Energeticheskaya politika* [Energy Policy], 2021, no. 3 (157), pp. 6–19. (In Russ.). DOI: 10.46920/2409-5516\_2021\_3157\_6
13. Brekhuncov A. M., Petrov Yu. V., Prykova O. A. Ekologicheskie aspekty osvoeniya prirodno-resurnogo potentsiala rossijskoj Arktiki [Ecological aspects of the development of the natural resource potential of the Russian Arctic]. *Arktika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economics], 2020, no. 3 (39), pp. 34–47. (In Russ.). DOI: 10.25283/2223-4594-2020-3-34-47
14. Cooper J., Balcombe P., Hawkes A. The quantification of methane emissions and assessment of emissions data for the largest natural gas supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 320, p. 128856. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128856>
15. Bubbico R., Lee S., Moscati D., Paltrinieri N. Dynamic assessment of safety barriers preventing escalation in offshore Oil & Gas. *Safety Science*, 2020, 121, pp. 319–330. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.09.011>
16. Dmitrieva D., Romasheva N. Sustainable Development of Oil and Gas Potential of the Arctic and Its Shelf Zone: The Role of Innovations. *J. Mar. Sci. Eng.*, 2020, 8, p. 1003. <https://doi.org/10.3390/jmse8121003>
17. Berezikov S. A. Structural changes and innovation economic development of the Arctic regions of Russia. *Journal of Mining Institute*, 2019, 240, pp. 716–723. DOI: 10.31897/PMI.2019.6.716
18. Kazanin A. G. Tendencii i perspektivy razvitiya neftegazovogo sektora v usloviyah cifrovizatsii [Trends and prospects of development of the oil and gas sector in the conditions of digitalization]. *Ekonomika i upravlenie* [Economics and Management], 2020, vol. 26, no. 1 (171), pp. 35–45. (In Russ.). DOI: 10.35854/1998-1627-2020-1-35-45
19. Peters G. P., Nilssen T. B., Lindholt L., Eide M. S., Glomsrød S., Eide L. I. and Fuglestedt J. S. Future emissions from shipping and petroleum activities in the Arctic. *Atmos. Chem. Phys.*, 2011, 11, pp. 5305–5320, <https://doi.org/10.5194/acp-11-5305-2011>
20. Leksin V. N., Porfir'ev B. N. Social'no-ekonomicheskie prioritety ustojchivogo razvitiya arkticheskogo makroregiona Rossii [Socio-economic priorities of sustainable development of the Arctic macro-region of Russia]. *Ekonomika regiona* [The economy of the Region], 2017, vol. 13, no. 4, pp. 985–1004. (In Russ.). DOI: 10.17059/2017-4-2
21. Korchak E. A. *Arkticheskaya zona Rossii: social'nyj portret regionov* [The Arctic zone of Russia: social view of the regions]. Apatity, Izd-vo Kol'skogo nauchnogo centra RAN, 2017, 101 p. (In Russ.).

**Об авторах:**

О. В. Жуков — младший научный сотрудник

А. Е. Череповицын — докт. экон. наук, проф., декан экономического факультета, заведующий кафедрой экономики организации и управления

**About the authors:**

Oleg V. Zhukov — Junior Researcher

Aleksey E. Cherepovitsyn — Dr. Sci. (Economics), Professor, Dean of the Faculty of Economics, Head of the Department of Economics of Organization and Management

Статья поступила в редакцию 22 ноября 2021 года

Статья принята к публикации 25 ноября 2021 года

The article was submitted on November 22, 2021

Accepted for publication on November 25, 2021