

## ОСВОЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

*К.т.н. А.А., Вафеничев, М.П. Громова, к.т.н. И.И.Потапов, Е.В.Карцева*

(Всероссийский институт научной и технической информации  
ВИНИТИ РАН, ipotapov37@mail.ru)

Вопросы энергетической безопасности приобрели в настоящее время глобальный масштаб и зачастую переходят в политическое измерение. Тема арктических ресурсов актуальна для России как никогда. На основе анализа научно-технической литературы в настоящем аналитико-информационном обзоре представлено состояние освоения минеральных ресурсов российской Арктики.

**Ключевые слова:** энергетическая безопасность, охрана окружающей среды, минеральные ресурсы, экономика, Россия, Арктика.

## THE DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES OF THE RUSSIAN ARCTIC. ANALYTICAL REVIEW

*A.A. Varenichev, M.G.Gromova, I.I. Potapov, E.V.Kartseva*

Energy security issues have now become global in scope and often translate into a political dimension. The topic of Arctic resources relevant to Russia more than ever. Based on the analysis of scientific and technical literature, this analytical and informational overview presents the state of development of mineral resources of the Russian Arctic.

**Key words:** energy security, environmental protection, mineral resources, economy, Russia, Arctic

Арктика (от греч. arktikos – северный), северная полярная область Земли, включающая окраины материков Евразия и Северная Америка, почти весь Северный Ледовитый океан с островами (кроме прибрежных островов Норвегии), а также прилегающие части Атлантического и Тихого океана.

Южная граница Арктики совпадает с южной границей зоны тундры. Площадь около 27 млн кв. км, иногда Арктику ограничивают с юга Северным полярным кругом; в этом случае площадь 21 млн кв. км. По особенностям рельефа в Арктике выделяют: шельф с островами материкового происхождения и прилегающими окраинами материков и Арктический бассейн. В пределах Арктики расположены территории, континентальные шельфы и исключительные экономические зоны восьми арктических государств – России, Канады, США (Аляска), Норвегии, Дании (Гренландия и

Фарерские острова), Финляндии, Швеции и Исландии. Максимальную протяженность границ в Арктике имеет Россия. Арктика чрезвычайно богата практически всеми видами природных ресурсов. По мере истощения месторождений полезных ископаемых в доступных местах, геологоразведочные и добычные работы продвигаются на труднодоступные территории. Такими территориями являются северные районы Сибири и Дальнего Востока, освоение которых было ранее невозможно. В настоящее время выяснилось, что побережье и шельф Северного Ледовитого океана чрезвычайно богаты нефтью и газом.

В настоящее время, когда вопросы энергетической безопасности приобрели глобальный масштаб и зачастую переходят в политическое измерение, актуальна для России как никогда тема арктических ресурсов. По современным оценкам, углеводородные запасы в регионе составляют 90 млрд. баррелей нефти, 73 трлн. кубометров природного газа, 44 млрд. баррелей газового конденсата [1].

Ресурсный потенциал углеводородов в Арктике значителен, и от возможности его освоения будет зависеть как экономическая, так и политическая стабильность в мире. Но для начала активных работ по разработке месторождений странам региона необходимо решить целый комплекс технико-технологических задач и четко определить международный юридический статус арктических акваторий и территорий. Фактически единственной страной, реально ведущей работы в Арктике, в настоящее время является Россия, которая реализовала там несколько крупных морских проектов [2].

Интерес к арктическому шельфу быстро усиливается вследствие его перспективности на углеводородное сырье и другие минеральные ресурсы. Между тем уровень знаний о процессах, протекающих в арктической системе, еще крайне недостаточен. До сих пор существует дефицит данных о природных процессах в криолитозоне, что определяет дискуссионный характер решения многих региональных проблем. В такой обстановке получение любой новой научной информации вносит определенный вклад в познание развития природы Арктики. Цель работы Рубан А. С., Дударев О. В., Мазуров А. К., Панова Е. В. [3]: выявление особенностей современного осадкообразования и трансформации вещества в береговой зоне арктических морей на основе результатов многолетних наблюдений. Объекты исследования: взвешенный материал и донные осадки, включая содержание органического углерода (Сорг) и его изотопный состав - как маркеры литодинамики среды современного осадкообразования. Изучались гранулометрический (размерный) состав донных осадков, содержание и изотопный состав органического углерода, оценивался характер пространственно-временной изменчивости распределения взвешенного материала в водной толще. Для безледного периода типичны два устойчивых максимума мутности с содержанием взвеси в от 6,5 до 594 мг/л. В направлении от побережья к свалу глубин замещение песчано-алевритовых осадков илами фаций свала глубин, подножья авандельты и термоабразионно-аккумулятивной террасы сопровождается увеличением содержания органического углерода от 0,4 до 5,4% при зимних значениях 0,6-9,3%. Изотопный состав углерода органического вещества донных осадков варьировал от -27,9 до -22,7 ‰.

В работе Федоровой Е. Б. и Мельников В. Б. [4] отмечено, что малотоннажное производство сжиженного природного газа (СПГ) занимает значительное место в структуре мировой индустрии СПГ, однако в России его развитие находится на начальном этапе. В работе проводится анализ роли малотоннажного СПГ в мировой энергетике и рассматриваются его пер-

спективы в Российской Федерации. Показана роль СПГ в покрытии пикового спроса на природный газ, газификации удаленных регионов, монетизации малых и средних месторождений природного газа, реализации проектов плавучих заводов СПГ, утилизации угольного метана и попутного нефтяного газа и применении в качестве моторного топлива для различных видов транспорта и техники. Сделаны выводы о значении малотоннажного СПГ для РФ как фактора надежности энергообеспечения регионов, роста жизненного уровня населения, оздоровления экологии, повышения энергобезопасности, а также обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, особенно в районах Арктики.

В работе Губайдуллина М.Г. и Бадратдинова М. В. [5] рассматриваются новые технологии обустройства нефтетранспортной инфраструктуры в прибрежно-шельфовой зоне западной части российской Арктики. Исследуемый регион обуславливает использование технологий, позволяющих обеспечить промышленную безопасность и долговечность в ледовых условиях. Предлагаемый новый способ возведения ледяного причала, разработанный при участии авторов, основан на послойном промораживании морской воды в возведенных на поверхности льда емкостях на высоту, превышающую двукратную толщину естественного промерзания льда. Дальнейшее укрепление льда осуществляется путем бурения во льду несквозных скважин, заполнения их пресной водой и промораживания естественным холодом. Способ строительства морского дюкера отличается от существующих технологий применением изолирующих полостей дюкера, заполненных термоокисленной смесью грунта с нефтью, а также закачкой данной смеси в пустоты при установке винтовых свай. Рассмотренные способы при их реализации позволяют обеспечить эксплуатацию ледяных причалов в условиях штормов, подвижек смерзшихся ледяных полей, круглогодичную швартовку судов, доставку грузов, оборудования по ледяным дорогам на побережье, а также долговечность и безопасность эксплуатации трубопроводов по морскому дну шельфа Арктики. Предлагаемые технологии позволяют рационально применять имеющиеся ресурсы и материалы и обеспечивать промышленную и экологическую безопасность на всех этапах строительства и эксплуатации нефтетранспортной инфраструктуры в прибрежно-шельфовой зоне юго-восточной части Баренцева моря.

Яценко И. Г. в работе «Нефтяные ресурсы Российской Арктики» [6] отмечает, что в минерально-сырьевой базе Арктики углеводороды являются главной в ресурсно-экономическом отношении группой полезных ископаемых. Ввиду сложных горно-геологических и геокриологических условий большая часть запасов нефти на обширных северных территориях и в акваториях северных морей относятся к трудноизвлекаемым. Недостаточная изученность особенностей физико-химических показателей и условий залегания трудноизвлекаемых нефтей, рассматриваемых в качестве основной базы прироста нефтедобычи в среднесрочной перспективе ввиду истощения запасов легкодоступных нефтей, затрудняет оценку перспектив и определение направлений развития отечественного нефтегазодобывающего комплекса. В связи с этим целью работы явилось изучение особенностей физико-химических свойств и условий залегания трудноизвлекаемых нефтей Арктической зоны России.

Ямало-Ненецкий автономный округ - один из крупнейших субъектов Арктической зоны Российской Федерации [7]. Большая его часть расположена за Полярным кругом. Уникальные месторождения углеводородов закрепили за автономным округом роль крупнейшего поставщика сырья: се-

годня на долю Ямала приходится 80% от общего объема добычи природного газа в России (20% от объема мировой добычи) и 14% жидких углеводородов. Исторически разведка и добыча велись преимущественно в центральной части полуострова (в том числе его шельфа), но месторождения, освоение которых начиналось в 60-70-х, постепенно начинают истощать свои ресурсы. Это приводит к тому, что в последние годы активно ведется освоение северной части полуострова (в том числе его шельфа), обладающей большим энергетическим и транспортным потенциалом. Эти проекты сейчас крайне перспективны: по оценкам экспертов, в ближайшем будущем потребление именно арктического шельфового природного газа может достичь 2,5-3% от общемирового, а 15% российской нефти к 2035 году будут добываться именно на шельфе. На Ямале, согласно данным Госкомиссии по вопросам развития Арктики, будет реализовано 36 из 56 стратегически важных российских проектов по добыче и переработке полезных ископаемых в Арктике

В докладе Богоявленского В. И. «Современное состояние, перспективы и проблемы нефтегазодобычи в Арктике и Мировом океане» на *Всероссийской научной конференции, посвященной 30-летию ИГиГ РАН* [8] рассмотрены вопросы современного состояния, перспектив и проблем развития нефтегазовой отрасли на суше и акваториях Арктики. Анализируя ситуацию с добычей углеводородов (УВ) в странах Циркумарктического региона, показано, что за прошедшие 45 лет из недр Арктики России, США, Канады и Норвегии извлечены гигантские объемы углеводородов, достигшие в начале 2017 г. 21,3 млрд. т. Из них около 83,9% добыто в Арктической зоне РФ (АЗРФ), 13,3% - на Аляске, а 2,8% - в Канаде и Норвегии. При этом жидкие УВ (ЖУВ) составляют 20,1%, а газ - 79,9%. В добываемых УВ АЗРФ превалирует газ (91,2 и 86,3% в 1990 и 2014 гг.). С 2005 г. Россия является лидером по объемам добычи УВ из субаквальных залежей. Показано, что в ближнесрочной перспективе (до 2030-2035 гг.) уровень добычи ЖУВ на шельфе Арктики по оптимистичному сценарию не сможет превысить 13 млн. т. По программе фундаментальных исследований Президиума РАН проведен комплексный анализ потенциально нефтегазоносных бассейнов шельфа и глубоководной части Циркумарктического региона. Проанализированы технологические проблемы проведения ГРП и нефтегазодобычи, обусловленные зависимостью от импорта, кризисными явлениями в России и недофинансированием отечественной науки. Рассмотрены вопросы экологической безопасности, включая природную и техногенную дегазацию недр, формирование в верхней части разреза над многими месторождениями крупных техногенных залежей УВ, приводящих к катастрофическим выбросам смесей УВ. Отмечено, что задержку с широкомасштабным освоением месторождений арктического шельфа нужно расценивать позитивно, так как она позволяет уберечь раннюю экосистему Арктики от влияния неизбежных разливов ЖУВ и сохранить в качестве государственного резерва крупные запасы и ресурсы УВ шельфа для будущих поколений, которые будут обладать новыми технологическими и техническими решениями их освоения.

Кутузова М. в работе «Как освоить Арктику и не разориться?». [9] отмечает, что в арктическом регионе сосредоточено 13% мировых запасов нефти и 30% - газа. Согласно оценкам USGS, на Россию уже сейчас приходится более половины совокупных ресурсов Арктики. Но это не предел - Россия подала заявку на новые участки в Северном Ледовитом океане. Впрочем, разработка этих гигантских кладовых пока остается для России призрачной

перспективной. При нынешней ситуации на энергетических рынках и с доступным нам уровнем технологий разработка арктических месторождений будет нерентабельной и крайне рискованной с точки зрения экологических последствий. Столь масштабную работу целесообразно вести в составе международных консорциумов, что позволяет диверсифицировать риски, мобилизовать финансовые ресурсы и применять новейшие технологии. Но на пути интеграции встали выдвинутые против России экономические санкции. Собственно, на шельфе Арктики и без искусственных препон обособиться непросто. Как подсчитали эксперты, из-за несоизмерных сложностей Shell и ConocoPhillips отказались от 80% лицензий в Арктике, полученных в период с 2008 г. Но неудачи коллег не останавливают норвежских нефтяников, которые концентрируют усилия на новом прорывном направлении - масштабном освоении северных районов Норвежского моря, а также принадлежащей стране части Баренцева моря. Примечательно, что на Арктике у Норвегии и России много совместных интересов и поводов для делового взаимодействия. Для России целесообразность разработки месторождений арктического шельфа сейчас как минимум неочевидна с точки зрения экономических выгод. Но соперники наступают на пятки и игнорировать это тоже невозможно Барбина В. В. в работе «Проект "Ямал СПГ"» - один из важных этапов международного сотрудничества [10] отмечает, что расширение международного сотрудничества в хозяйственном освоении Арктики - один из приоритетов политики России в регионе. Освоение ресурсного и транспортного потенциала является сегодня драйвером развития Крайнего Севера. В Арктике сосредоточены основные углеводородные ресурсы мирового океана - по оценкам российских ученых, около 58%. Основные запасы углеводородов - свыше 95% - находятся в пределах 200-мильного континентального шельфа арктических государств. В соответствии с международным правом прибрежные государства осуществляют в этих морских пространствах суверенные права в целях разведки своего шельфа и разработки его природных ресурсов

Только на полуострове Ямал разведаны 52 газовых месторождения, суммарные запасы и ресурсы которых составляют 26,5 трлн. кубометров газа, 1,6 млрд. тонн газового конденсата и 300 млн. тонн нефти.

В их число входит несколько базовых опорных месторождений – это Бованенковское, которое в настоящее время уже эксплуатируется и Харасавэйское и Круzensхтернское месторождения. Месторождения природного газа, обнаруженные на Ямале в пределах Ямальской и Гыданской нефтегазоносных областей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, обладают значительными запасами, одно лишь Бованенковское месторождение обладает разведанными запасами в пять трлн кубометров газа. На месторождении введены три газовых промысла, проектная мощность которых составляет 115 млрд. кубометров в год, что составляет четверть текущей годовой добычи «Газпрома». Газ с этого и других месторождений по трубам Северного газового коридора пойдет в Центральную Россию и далее в Европу, что обеспечит ресурсную базу Северного потока – 2. Начало добычи газа на Харасавэйском месторождении предполагается в 2023 году. Немаловажным обстоятельством является то, что трубы для транспортировки газа и буровые установки будут российского производства, что в условиях санкций позволяет выполнить намеченные цели.

В России Ямало-Ненецкий автономный округ является основой продвижения нашей страны в Арктику. В настоящее время в ЯНАО практически

уже созданы пять новых центров добычи нефти и газа, которые станут основной энергетической безопасностью страны [11].

Всего было заявлено 8 проектов крупномасштабного сжиженного природного газа (СПГ) (Табл. 1)

(К крупнотоннажным заводам в соответствии со сложившейся практикой причисляются заводы производительностью свыше 1 млн. т/год).

Таблица 1

**Российские крупномасштабные проекты СПГ [12, 13]**

Проект	Состояние	Проектная мощность млн т СПГ/год
Сахалин-2	Действующий: 1-я линия, 2009 2-я линия, 2010, 3-я линия, план После 2023	9,6 (2×4,8) 10,8 после модернизации
Штокмановский	ОИР- 2012 Приостановлен в 2013	51,5 три фазы
Печера СПГ	Pre-feed, 2017, план – после 2030	8-10 (2×4,5)
Ямал СПГ*	Действующий: 1-я линия, 2017, 2-я линия-2018, 3-я линия-2018	16,5 (3×5,5)
Владивосток СПГ	ОИР первого этапа – 2014 Приостановлен в 2015	10(2×5)
Дальневосточный СПГ	Pre-feed, 2017, план – после 2030	10(2×5)
Балтийский СПГ	Pre-feed, 2018, план – 2020 [14], 2023 [13]	10(2×5)
Арктик-СПГ2**	Pre-feed 2018, план – после 2023	19.8(6,6×3)

Примечание:

\*Изначально планировались строительство трех очередей Ямал- СПГ, но компанией НОВАТЭК было заявлено о намерении запустить в конце 2019 г. четвертую линию завода мощностью 1 млн т /год. На этой линии будет использовано оборудование российских производителей, а также применяться инновационная технология сжижения газа, запатентованная компанией НОВАТЭК. Отличительная особенность технологии – использование холода окружающей среды.

\*\*Компания НОВАТЭК намерена начать возведение первой производственной линии проекта Арктик СПГ-2 в 2019 г. Проект будет реализован на базе Утреннего месторождения, расположенного на Гыданском полуострове. По сообщению Агентства нефтегазовой информации завод планируется построить из трех технологических линий мощностью 6,6 млн. т/год каждая. Планируемый срок запуска первой линии - 2022-2023 гг. с последующим вводом в производство остальных линий в 2024 и 2025 гг.

Все крупные СПГ-проекты экспортноориентированы. Основными участниками рынка являются Газпром, Роснефть и НОВАТЭК. Только эти проекты по закону «Об экспорте газа» имеют право на поставки сжиженного газа на внешние рынки. Экономические санкции США и ЕС не касаются сотрудничества в газовой сфере в целом, но под их действие попадают Роснефть и Газпром, в связи с чем возникают проблемы с привлечением иностранных инвестиций.

По некоторым оценкам [13] после запуска всех линий Ямал - СПГ суммарная мощность российских крупнотоннажных СПГ-производств достигнет 28,2 млн. т, что сопоставимо с действующими предприятиями в Малайзии и Индонезии.

Среди наиболее вероятных новых производств – проект Арктик-СПГ2 (НОВАТЭК) Данный проект предусматривает строительство завода по сжижению на основаниях гравитационного типа. Это, как ожидается, позволит снизить капитальные затраты на 30%. Кроме того, основываясь на имеющейся ресурсной базе, НОВАТЭК рассматривает возможность реализации проектов Арктик-СПГ1 и Арктик-СПГ3. Их предполагаемая мощность также 19,8 млн. т/год каждый [13].

Значительное внимание уделяется использованию СПГ в качестве bunkerного топлива. Флот судов на СПГ к началу 2018 г. достиг 275 единиц.

Основными конкурентами малотоннажных СПГ-заводов в топливно-энергетических балансах регионов России являются дизель – заправка авто - и железнодорожного транспорта, и дизель и мазут в качестве топлива для электростанций и котельных. По оценкам [15] потенциал рынка СПГ для газоснабжения автономных потребителей газа достигнет 4,6 млн. т/год. Еще 1 млн. т/год – потенциал СПГ как резервного и аварийного топлива. В 30 регионах России возможна газификация с использованием СПГ отдаленных районов. При этом наиболее эффективно газифицировать районные центры.

К 2030 г. планируется использование СПГ на внутреннем рынке в качестве моторного топлива в объеме до 5,4 млн. т/год в следующих сегментах транспорта.

- магистральный автомобильный транспорт – 1,7 млн. т/год
- водный транспорт – 1,35 млн. т/год
- карьерная техника – 1,2 млн. т/год
- железнодорожный транспорт – 0,75 млн. т/год
- сельскохозяйственная техника – 0,4 млн. т/год

Таким образом, к 2030 г. более 15% всего объема традиционного топлива, потребляемого в указанных сегментах транспорта может быть замещено СПГ.

К настоящему времени действует несколько транзитных трубопроводных поставок российского газа в Европу. Запущен Турецкий поток, ведется строительство трубопровода в Китай «Сила Сибири» и Северного потока – 2 в Европу. Но трубопроводные маршруты, на создание которых направляются миллиарды долларов, вряд надолго оставят за Россией лидирующие позиции на мировом рынке природного газа. Все в мире меняется, долговременные контракты пересматриваются, меняется геополитическая ситуация в части транзитных трубопроводов (Украина, Белоруссия), неизвестно как со временем поведет себя Китай. Современные условия диктуют новые правила игры, которые предполагают не только увеличение поставок газа по трубопроводам, но и концентрацию внимания на альтернативных способах доставки «голубого» топлива потребителям. Таким способом является поставка сжиженного газа, объем единицы которого в 600 раз ниже природного, и поставка которого осуществляется судоходным способом.

По словам Директора Института проблем глобализации Михаила Делягина, статистика роста экспортных поставок СПГ является главным свидетельством того, что этот вид энергоресурсов обладает большими перспективами, нежели «голубое» топливо, поставляемое по традиционным маршрутам. За последние 10 лет экспорт СПГ в мире вырос в 1,9 раза – на 87%. При этом экспорт трубопроводного газа вырос лишь на 6%.

Причем спрос на сжиженный газ растет по всему миру. В 2017 году потребность в СПГ со стороны Китая возросла примерно на 50%. Как и многие другие государства, Китай демонстрирует массовый переход с угля на газ в городском отоплении.

Увеличение поставок газа Европе за счет строительства новых трубопроводов помогает России удержать свою долю в энергобалансе стран Европы, но с другой стороны это грозит привести к углублению зависимости от потребителей, которые неоднократно показали свою недобросовестность. Это было с Турцией в 1990 году, когда были снижены цены на газ, поставляемый по «Голубому потоку». То же касается Польши, которая в 2018 году через Стокгольмский арбитражный суд добилась пересмотра цен, предусматриваемых контрактом с «Газпромом».

Терять рынок СПГ в Азиатско-Тихоокеанском регионе, куда он может поставляться по Северному морскому пути, для России чревато, поскольку эту нишу могут такие поставщики СПГ как Малайзия, Индонезия, Катар, Австралия.

АТР традиционно является главным рынком СПГ. После небольшого спада потребления в 2015 г. здесь вновь наблюдается бум спроса на газ. Так как большинство стран лишено возможности получать более дешевый трубопроводный газ, СПГ становится единственным источником покрытия растущих потребностей. В целом азиатские страны в 2017 г. закупили почти 212 млн. т СПГ, а доля Азии на мировом рынке сжиженного газа составляет 72%. По итогам 2017 г. Китай (38 млн. т) обогнал Южную Корею (37,3 млн.т.) и стал вторым в мире импортером после Японии [16].

Основными направлениями поставок российского СПГ являются страны АТР, а именно – Китай, Тайвань, Южная Корея и Япония. В 2017 г. Япония заняла лидирующее положение по объемам импорта СПГ из России (68,5% всех поставок). Экспорт в Тайвань на 70% превысил уровень 2016 г., Китай увеличил объем экспорта в два раза.

В августе 2018 г. суммарная отгрузка СПГ на экспорт с сахалинского завода и завода Ямал СПГ составила 1584 тыс. т (2168,7 млн. м<sup>3</sup> в газовом эквиваленте), товарное производство СПГ увеличилось на 645,2 тыс. т (+70,9%) до 1555,5 тыс. т [17].

Летом 2018 г. первая партия российского СПГ была отгружена в п. Мургадос. Причем, согласно долгосрочному контракту ОАО Ямал СПГ с Gas Natural Fenosa, Испания, в течение 24 лет будет ежегодно приобретать по 2,5 млн. т (около 3,2 млрд. м<sup>3</sup>) российского сжиженного газа. Таким образом, НОВАТЭК закрепляет за собой 8-10% испанского рынка [18].

Рост интереса к СПГ в Европе можно отнести, в частности, с реализацией политики ЕС по обеспечению энергетической и экологической безопасности. Это дало толчок к более активному использованию СПГ в качестве бункеровочного топлива в Северном и Балтийском морях. Безусловным лидером в этой области является Норвегия. По состоянию на 2018 г. около половины всех судов на СПГ в мире приходится на это государство. Активно развивается эта отрасль в США и Канаде.

Существенно активизировались в производстве и экспорте СПГ и США. В настоящее время США экспортирует СПГ в 26 стран, что составляет 70% от общего числа потребителей подобного топлива в мире. Одновременно на рынке действуют и другие и экспортеры СПГ – Пакистан, Бангладеш, Таиланд, Кувейт, ОАЭ, Индонезия, Египет и Иордания.

Учитывая, что проекты крупнотоннажного экспортного СПГ требуют значительных капитальных вложений и эксплуатационных затрат, а падение мировых цен на нефть влечет за собой падение цен на СПГ, под угрозу попадает окупаемость инвестиций, вложенных в данные проекты, особенно в дорогостоящие арктические. Все это привело к замораживанию российских

крупнотоннажных экспортных проектов СПГ (Штокман СПГ, Дальневосточный СПГ, Владивосток СПГ, Печора СПГ, Балтийский СПГ) [19].

Объем запасов природного газа (ПГ) на разрабатываемом месторождении играет важную роль в определении количества инвестиций как на стадии разведки и добычи ПГ, так и на стадии производства СПГ. Кроме того, малотоннажное производство СПГ представляет значительный интерес при освоении малоресурсных месторождений ПГ, доля которых от общего числа месторождений ПГ в мире и в России составляет около 80% [20].

По прогнозам к 2030 г. объем мирового рынка малотоннажного СПГ может вырасти до 100 млн. т/год.

На сегодняшний день инфраструктура малотоннажного СПГ включает в себя технологические установки со следующими функциями:

- загрузка СПГ на малотоннажный суда-газовозы и бункеровщики;
- залив СПГ в фуры и цистерны;
- перегрузка методом «судно – судно» или на бункеровочную баржу
- залив СПГ в железнодорожные вагоны-цистерны.

По данным Европейской аналитической организации Gas Infrastructure Europe за последние два года произошел значительный рост инфраструктуры малотоннажного СПГ. По состоянию на конец 2017 г. в эксплуатации находилось 25 установок, осуществляющих налив СПГ в фуры-цистерны (на 32% больше, чем годом ранее). На стадии строительства и планирования – еще 14 установок. Кроме того, функционируют 15 установок по загрузке СПГ на малотоннажные суда-бункеровщики, на стадии строительства и проектирования – 22 установки. Некоторые терминалы, дополнительно к перечисленному, планируют соорудить железнодорожных эстакад.

На сегодняшний день в Европе действуют более 160 заправочных станций СПГ, более 60 строятся или находятся на стадии проектирования (таб. 2).

Таблица 2

**Динамика количества объектов по использованию СПГ в Европе [ 21 ]**

Тип установки	Действующие на конец 2017 г.	Изменение в 2016-2017 гг.	Строится	В планах
<b>СПГ-терминалы (большие и малые)</b>	19	н/д	6	2
<b>Погрузка с терминала на судно</b>				
Перегрузка с судна на судно	7	н/д	-	4
Погрузка на малотоннажные суда	15	+67%	10	12
<b>Налив в фуры</b>	25	+32%	7	7
<b>Налив в ж/д цистерны</b>	-	-	-	5
<b>Малые установки по сжижению</b>	21	-5%	н/д	5
<b>Бункеровочные комплексы</b>	39	+50%	12	12
<b>Бункеровочные суда и баржи</b>	11	+120%	1	6
<b>Заправки для фур</b>	167	+139%	8	63
<b>Малые установки регазификации</b>	Менее 1000	н/д	н/д	н/д

По данным европейских агентств, автопарк СПГ составляет около 2000 грузовых автомобилей. Потребление сжиженного газа автотранспортным сектором достигло 70 тыс.т, что эквивалентно 100 млн. м<sup>3</sup> газа. Ряд судостроительных компаний приступил к проектированию и созданию судов, использующих СПГ в качестве топлива.

С учетом международных конвенций, по которым Балтийское и Северное моря объявлены зоной снижения выбросов серы, следует ожидать в этом регионе роста использования СПГ в качестве корабельного топлива. В настоящий момент данный рынок находится на стадии формирования: флот, использующий СПГ в качестве моторного топлива, имеется только в Норвегии, однако все страны балтийского и Северного морей вкладывают значительные инвестиции в строительство новых судов, которые будут использовать газ в качестве основного топлива, а также осуществляют создание соответствующей бункеровочной инфраструктуры.

На севере России основным якорным центром является Мурманская область. Основные направления использования – бункеровка судов, замещение мазута в ЖКХ и промышленности. В перспективе – перевод крупнотоннажной карьерной техники на СПГ.

Еще одним якорным центром является Урал, где построена СПГ-инфраструктура в Свердловской области. В существующих и планируемых проектах СПГ здесь используется как в качестве базового, так и резервного и аварийного топлива для котельных. В рамках совместной работы ПАО Газпром и РЖД идет опытная эксплуатация разных типов газотурбовозов на СПГ и мобильных заправокных комплексов.

Север Красноярского края с городом Норильск является одним из наиболее перспективных центров использования СПГ. Возможные направления использования – железнодорожный транспорт, бункеровка судов в порту Дудинка, карьерная техника, автономное энергоснабжение [6].

Для вывоза продукции Ямал-СПГ в общей сложности должны работать 15 танкеров-газовозов усиленного ледового класса Arc7 вместимостью 170 тыс. м<sup>3</sup> (около 74 тыс. т) [22]. Кроме танкера «Кристоф де Маржери», принявшего в декабре 2017 г. в порту Сабетта первую партию Ямальского СПГ, в настоящее время на проекте работают еще 4 аналогичных танкера, построенных в Южной Корее.

Эти танкеры-газовозы способны осуществлять круглогодичную транспортировку СПГ без ледокольной проводки в западном направлении и в течение летней навигации – в восточном. Суда могут самостоятельно проходить льды толщиной более 2,1м и работать при температуре -50°С. Танкер обладает системой двойного действия: носовая часть приспособлена для навигации в открытой воде и в условиях тонкого льда, а кормовая оптимизирована для самостоятельной навигации в сложных ледовых условиях. Использование танкеров ледового класса - дорогое удовольствие, поэтому решено построить на Камчатке перевалочный терминал мощностью до 20 млн т/год. Здесь сжиженный газ Ямала и Гыдана (завод Арктик-СПГ2) будет перегружаться на более дешевые в эксплуатации конвенционные (неспециализированные) суда. По некоторым прогнозам после запуска всех заводов по сжижению газа Ямал станет центром производства СПГ с объемом 80 млн. т/год [ 11 ].

Для обеспечения отгрузки продукции Ямал-СПГ предназначен порт Сабетта. Сжиженный природный газ отгружается через двухприкальную технологическую эстакаду СПГ. Перевозки СПГ начались в декабре 2017 г. Транспортировка СПГ производилась в Европу прямыми рейсами с пере-

валкой в различных портах на конвенциональные газовозы [23]. Летом 2018 г. был совершен первый рейс поставки СПГ в Китай без ледокольного сопровождения по восточному направлению СМП.

Развитие российской Арктики, связанное, главным образом, с освоением минеральных ресурсов, является в среднесрочной перспективе приоритетным направлением для страны. Проекты такого развития вызовут рост грузопотока, который в максимальном сценарии оценен в 100 млн. т к 2030 г. Транзитные грузопотоки могут добавить к этим объемам от нескольких млн. т по пессимистическому прогнозу до десятков миллионов тонн по оптимистическому прогнозу. Все это формирует масштабный, крупнотоннажный грузопоток, для обеспечения которого необходимы новые стандарты и требования к безопасности судоходства. Для эффективной реализации планов экономического развития и транзита потребуются масштабное развитие портовой инфраструктуры, навигационного, спасательного и сервисного обслуживания СМП, а также создание бункеровочной инфраструктуры на всем протяжении СМП.

Статья Бабурина В. А. «Совокупные издержки как базовая категория оценки хозяйственной деятельности в Арктике» [24] посвящена проблемам учета природной составляющей совокупных издержек хозяйственной деятельности в Арктике в сравнении с другими регионами России. В основе анализа выделение из совокупных издержек, помимо среднеотраслевых, двух дельт: издержки, связанные с динамикой состояния природных систем, и издержки, связанные с природными аномалиями (невозвратные издержки или ущербы). Особое внимание уделено возможностям осуществления репрезентативных расчетов в условиях недостаточной информационной базы. Проведенная апробация показала допустимость предложенного подхода для оптимизации размещения производительных сил в Арктической зоне России в условиях глобальных изменений в природе и обществе. Установлено, что все регионы Арктики, вне зависимости от структуры их экономики, имеют в среднем в два раза более высокую долю затрат на топливо и энергию в реальном секторе, чем в южных субъектах федерации. Предложенный методический подход, позволяет в дальнейшем выделить и другие географические факторы издержек (цену преодоления пространства, издержки на ресурсы).

Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации по мнению Воронкова А.М. [25] является одним из важнейших приоритетов ее социально-экономического развития. Оно напрямую связано с развитием ее инфраструктуры. В настоящее время инфраструктуры Арктической зоны России развита достаточно слабо. Но в рамках реализации новой редакции Государственной программы «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» развитию инфраструктуры (транспортной, инженерной, энергетической, общественной и т.д.) будет уделено большое внимание. Для финансирования таких крупных инфраструктурных проектов в стране разрабатывается новый механизм финансирования – инфраструктурная ипотека. Благодаря чему теперь существует возможность привлечь внебюджетные инвестиции в реализацию таких крупных проектов.

Экономическое развитие в Арктике потребует технического переоснащения флота, которое может быть сопряжено с широким использованием СПГ в качестве бункерного топлива. В первую очередь, это связано с:

1. Изменением схемы снабжения материалами Норильского промышленного узла.
2. Обустройством арктических месторождений.

3. Активизацией ГРП на шельфе.
4. Масштабом производства СПГ на Ямале и организацией ледокольной проводки судов.
5. Государственной программой освоения Арктики, в т.ч. обеспечением вопросов национальной безопасности.

Все суда для безопасной работы в Арктике должны быть должного ледового класса и, несмотря на глобальные изменения климата и уменьшение ледового покрова, данное требование сохранится еще долго. Скорее всего, все суда, построенные специально для Арктической зоны, будут работать в Арктике постоянно без релокации в другие районы. Наилучшим вариантом является строительство новых судов, которые сразу могут использовать СПГ

СПГ может поставаться с реализуемых крупнотоннажных проектов в Арктике — «Ямал СПГ» и «Арктик СПГ», а также с планируемых производств «Печора СПГ». Кроме того, поставка СПГ возможна из Норильска, Якутии и с Чукотки, в этих районах в отдельные периоды времени рассматривались возможности производства СПГ. Возможны поставки СПГ в Арктическую зону и с Балтийских СПГ-проектов в период судоходства по Беломоро-Балтийскому каналу. При следовании по маршрутам в западном направлении СПГ суда будут иметь возможность сопряжения с деятельностью СПГ-терминалов в Европе.

География реализуемых и возможных центров производства СПГ благоприятна для организации морского транспортного коридора вдоль СМП, в котором в качестве бункерного топлива будет использоваться СПГ.

Доступность СПГ и короткое транспортное плечо, надежность поставок СПГ с различных производств обеспечат значительные ценовые конкурентные преимущества СМП по сравнению с другими маршрутами, что позволяет надеяться на существенный рост транзитных грузоперевозок по СМП.

Проекты производства СПГ в Арктике по своему объему являются проектами мирового уровня. А это позволяет рассматривать СПГ не только в качестве бункерного топлива, но и в следующих сегментах для снижения северного завоза нефтяных топлив:

- энергообеспечение ГРП на шельфе и обеспечение платформ;
- плавучие энергостанции;
- береговые и плавучие газовые хранилища для населенных пунктов;
- газо- и энергообеспечение населенных пунктов на СМП и реках акватории Северного Ледовитого океана;
- развитие морских портов с учетом экологической чувствительности окружающей среды к интенсивной хозяйственной деятельности человека.

Проект освоения Павловского месторождения на Новой Земле может также использовать СПГ для энергообеспечения промышленных объектов. Общая потребность в энергии составляет 30–40 МВт. Для получения электроэнергии можно использовать газопоршневые (газотурбинные) двухтопливные установки, работающие на сжиженном природном газе. Годовой объем СПГ для энергетической мощности ГОКа составит примерно 50000–60000 тонн. Использование СПГ в качестве энергоносителя позволяет снизить энергетические ограничения и экологические риски в развитии Арктики.

Арктическая стратегия РФ предусматривает мероприятия по обеспечению экологической безопасности и активному использованию местных энергетических ресурсов, что позволяет использовать СПГ в Арктической зоне как для бункеровки, так и для энергоснабжения населения и промышленных потребителей.

СПГ можно использовать в качестве бункерного топлива при:

- операциях в крупных портах: Мурманске, Архангельске, Дудинке;
- операциях в новых портах, например, Сабетте;
- транзитных перевозках по СМП.

Судоходство на СМП позволит развивать перевозки по крупным сибирским рекам и по направлению море-река (Енисей, Обь, Лена). Это может стать основой для газификации потребителей вдоль рек, опорной точкой для начала бункеровки речных судов.

Судоходство на СМП потребует значительно меньшего количества топлива (по сравнению с Суэцким каналом) за счет существенного сокращения маршрута между Европой и Азией, что позволяет получать дополнительные доходы. Использование СПГ позволит получить еще больший экономический эффект. Использование судов на СПГ для перевозки нефти, металлов и иных грузов позволяет окупить затраты на использование газового оборудования и специальных двигателей за 2,5–5,5 лет, что подтверждает высокую конкурентоспособность СПГ в Арктике.

Кроме того, учитывая значительную долю расходов на транспортировку в конечной стоимости продукции, актуальным является создание собственного производства газовозов. Газовозы Россия пока тоже вынуждена заказывать на южнокорейских верфях [13].

Однако для освоения минеральных богатств Арктики необходимы суда и ледоколы собственного производства.

В сентябре 2018 года на судостроительном комплексе (ССК) «Звезда» в городе Большой Камень на Дальнем Востоке состоялась закладка танкера типа «Афрамаск». Технологический партнер в реализации проекта по строительству «Афрамасков» - южно-корейская Hyundai Heavy Industries Co. Длина судна – 250 м, ширина – 44 м, осадка 10 м, дедвейт – 114 тыс. тонн, скорость – 14,6 узла. Такие танкеры – суда нового типа, работающие на газомоторном топливе и соответствующие новым правилам по ограничению оксидов и парниковых газов в бассейне Балтийского и Северных морей, которые будут введены с 2020 года. На воду первый такой танкер спустят в 2020 году, а под флагом России они будут ходить с 2022 года. В портфеле ССК 10 заказов на такие танкеры. До этого времени суда подобного класса в России не производились. Крупные танкеры, газовозы, сложная морская техника для освоения шельфа – все это закупалось за границей. Для перевозки российской нефти приходилось покупать или арендовать иностранные суда. Кроме того, на ССК будут строить атомные ледоколы типа «Лидер» мощностью 120 МВт и стоимостью порядка 70 млрд. руб. Они первыми смогут проводить суда по СМП при толщине льда до 4-х м. «Звезда» сможет выпускать суда водоизмещением до 350 тыс. тонн, элементы буровых платформ, суда ледового класса, морскую технику любой сложности, характеристик и назначения.

В начале 2018 г. первый СПГ с завода Ямал-СПГ был отправлен потребителю в АТР на построенном в Южной Корее танкере «Кристоф де Маржери». «Кристоф де Маржери» - один из 15 танкеров-газовозов для проекта Ямал-СПГ. Судно может осуществлять круглогодичную навигацию без ледокольной проводки по Северному морскому пути (СМП) в западном направлении и в восточном направлении – в течение летней. [26]. В 2018 г. первый всесезонный арктический танкер «Борис Соколов» для перевозки СПГ построил Китай. Танкер будет передан Греции. Судно будет эксплуатироваться на проекте Ямал-СПГ.

Большие экологические и экономические преимущества сулит перевод так называемого северного завоза на СПГ. Это даст дополнительную синергию и ускорит реализацию проектов по организации bunkеровки сжиженным газом в Арктике, а также будет способствовать газификации различных потребителей в отдаленных районах. Для этого требуется не только строительство заводов по производству СПГ, но и формирование флота газозовозов и систем хранения СПГ у потребителя. По инициативе Всемирного фонда дикой природы начата пилотная проработка возможности перевода на СПГ одного из арктических регионов – Чукотки, что позволит обеспечить устойчивое социально-экономическое развитие, повысить качество жизни населения. При этом объем выбросов в атмосферу снизится почти в два раза от текущего уровня.

Согласно данным, утвержденным Центральной комиссией по согласованию технических проектов разработки месторождений Роснедр, к 2026 г. объем грузопотока по СМП составит более 45 млн. т/год (из которых 37,2 млн. т составит СПГ [27]).

## Литература

1. Международное сотрудничество, безопасность энергетических проектов и транспорта в Арктике. По материалам встречи в Саббете // Арктические ведомости. – 2017.- №4.- С.4-9.

2. *Сочнева И. О.* Ресурсы Арктики и возможности их разработки // Арктика: экология и экономика.- 2015.- N 4.-С. 70-77. 113.

3. *Рубан А. С., Дударев О. В., Мазуров А. К., Пачова Е. В.* ОБСТАНОВКИ СОВРЕМЕННОГО ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ НА ПОДВОДНОМ БЕРЕГОВОМ СКЛОНЕ ГУБЫ БУОР-ХАЯ (МОРЕ ЛАПТЕВЫХ) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2017. - 328, N 8.- С. 83-93.

4. *Федорова Е. Б., Мельников В. Б.* Роль и значение малотоннажного производства сжиженного природного газа для Российской Федерации // Газовая промышленность. 2015. - N 8.- С. 90-94.

5. *Губайдуллин М. Г., Бадратдинов М. В.* Новые технологии обустройства нефтегазотранспортной инфраструктуры в прибрежно-шельфовой зоне западной части российской Арктики // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса.- 2016.- N 5.- С. 50-54.

6. *Яценко И. Г.* Нефтяные ресурсы Российской Арктики. Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, Сыктывкар, 26-28 сент., 2017. Рос. минерал. о-во. Сыктывкар. – 2017.- С. 251-253.

7. *Ремьга В. Н.* Энергия Арктики: инфраструктурные проекты на Ямале как драйвер экономического развития российского Севера // Транспорт и логистика в Арктике.- 2016.- N 2.- С. 63-65.

8. *Богоявленский В. И.* Современное состояние, перспективы и проблемы нефтегазодобычи в Арктике и Мировом океане. Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 30-летию ИПНГ РАН, Москва, 11-13 окт., 2017: Труды ИПНГ РАН (Москва). Серия "Конференции". Вып. 2. Ин-т пробл. нефти и газа РАН. М.; М.. 2017, с. 32-34. (Тр. ИПНГ РАН. Сер. "Конференции").

9. *Кутузова М.* Как освоить Арктику и не разориться? // Нефтегазовая вертикаль.- 2016.- N 17.- С. 42-48.
10. *Барбина В. В.* Проект "Ямал СПГ" - один из важных этапов международного сотрудничества // Арктические ведомости.- 2017.- N 4. -С. 14-15.
11. *Кобылкин А.* Ямал – это опора российской Арктики // Арктические ведомости.- 2017.- №4.- С. 10-13.
12. *Миславский С.* Путь России: сжиженный природный газ // Газовый бизнес.- 2018.- №2.- С.34-39.
13. *Собко А.* Россия перед рывком // Нефтегазовый вестник.- 2018.- №11 (435).- С. 31-37.
14. *Рогинский С.* ESCAPE: внешние и внутренние аспекты. Нефтегазовая вертикаль.- 2018.- № 17 (439).- С.39-46.
15. *Караевич В., Руденко С., Спасов Я.* Важная государственная задача // Газовый бизнес.- 2018.- № 2.- С.40-43.
16. *Тихонов С.* Ямал СПГ – билет в будущее // Нефтегазовая вертикаль.- 2017.- № 23 (420).- С. 21-26.
17. Итоги. // ТЭК России.- 2018.- №9.-С.90,92.
18. *Сергеев К.* Торговая война США и ЕС: побеждает русский газ // Нефть России.- июль-август 2018.- С. 37-42.
19. *Звуйковский Н.* Сдержанный оптимизм // Oil & Gas J. Rus.- 2016.- №3 (102).- С. 50-54.
20. *Рачевский Е., Черемных О.* Целесообразность экспорта сжиженного природного газа с малотоннажных заводов СПГ // Газовая промышленность.- 2017.- №6 (753).- С. 82-84.
21. *Сергаева А., Хауг А.* Малый СПГ для Европы // Нефть России.- 2018.- №5.- С.15-19.
22. *Прусаков В.* Ледокольные заторы на пути организации круглогодичного экспорта СПГ из российской Арктики // Нефть и капитал.- 2018.- №6 (248).- С.38-43.
23. *Тригорьев М.* Арктическая магистраль // Нефтегазовая вертикаль.- 2018.- №8.- С.25-28.
24. *Бабурич В. А.* СОВОКУПНЫЕ ИЗДЕРЖКИ КАК БАЗОВАЯ КАТЕГОРИЯ ОЦЕНКИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АРКТИКЕ // Известия РАН. Серия география.- 2018. - N 3.- С. 18-25.
25. *Воронков А.М.* Финансирование ключевых инфраструктурных проектов в Арктической зоне Российской Федерации. Возможности инфраструктурной ипотеки // Зеленая экономика – стратегическое направление устойчивого развития регионов.- Материалы III Всероссийского конгресса «Промышленная экология регионов» (3-4 апреля 2018 г.).- 2018.- С.63-66.
26. *Забелло Е.* СПГ из Арктики // Oil & Gas J. Rus.- 2018.- № 1-2.- С.28-33.
27. *Фишкин Д.* В Арктике начат альтернативно-плановый подход к социально-экономическому развитию // Нефтегазовая вертикаль.- 2018.- №8.- С.20-24.