Русскоязычный перевод статьи DOI: 10.3390/jmse8121003 *

Устойчивое развитие нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфовой зоны: роль инноваций

Д.М. ДМИТРИЕВА ✉, Н.В. РОМАШЕВА
Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия
✉ *diana-dmitrieva@mail.ru;* ☏ *+7-921-302-4523*

Ссылка для цитирования оригинальной статьи: 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, 1003. https://doi.org/10.3390/jmse8121003

Аннотация: В настоящее время нефтегазовая отрасль России характеризуется значительной выработанностью запасов и поздней стадией разработки большинства месторождений. При этом новые месторождения, вводимые в промышленную разработку, в большинстве случаев имеют трудноизвлекаемые запасы. Кроме того, большинство перспективных месторождений нефти и газа расположены в Арктике и на ее шельфовых территориях, и их освоение значительно сложнее в силу региональных особенностей. Это обосновывает необходимость особого подхода к освоению нефтегазового потенциала Арктики, основанного на инновациях. Цель статьи – выявить роль инновационной деятельности в устойчивом развитии нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфовой зоны. В статье кратко представлены основные актуальные факторы развития Арктики, которые подчеркивают необходимость инноваций для ее устойчивости. Затем представлены методы, использованные в исследовании: метод дорожной карты инновационной политики (ДКИП) в соответствии с концепцией Целей устойчивого развития (ЦУР) для выяснения того, как инновации приведут к устойчивому развитию. В качестве результатов в работе представлена дорожная карта инновационной политики для устойчивого развития нефтегазовых ресурсов российской Арктики и ее шельфовой зоны и определена роль инноваций в этом развитии.

Ключевые слова: инновации; устойчивое развитие; углеводородные ресурсы; Арктика; нефтегазовый потенциал; морские нефтегазовые месторождения.

Sustainable Development of Oil and Gas Potential of the Arctic and Its Shelf Zone: The Role of Innovations

Diana M. DMITRIEVA ✉ and Natalia V. ROMASHEVA
Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia
✉ *diana-dmitrieva@mail.ru;* ☏ *+7-921-302-4523*

Abstract: Currently, the Russian oil and gas industry is characterized by significant reserves depletion and the late stage of development of most fields. At the same time, new fields that are brought into industrial development, in the majority of cases, have hard-to-recover reserves. Furthermore, most prospective oil and gas deposits are located in the Arctic and its offshore territories and their development is much more complicated due to regional peculiarities. This substantiates the necessity of a special approach to the development of the oil and gas potential of the Arctic, based on innovation. The goal of the paper is to reveal the role of innovation activity in the sustainable development of the oil and gas potential in the Arctic and its o_shore zone. The paper briefly presents the main urgent factors of Arctic development, which highlight the necessity of innovation for its sustainability. Then, it introduces the methods used for the research: the Innovation Policy Road mapping (IPRM) method in accordance with Sustainable Development Goals (SDGs) concept for clarifying how innovations will lead to sustainable development. In terms of results, this paper presents an innovation policy roadmap for the sustainable development of oil and gas resources of the Russian Arctic and its shelf zone and identifies the role of innovation within this development.

Keywords: innovations; sustainable development; hydrocarbon resources; Arctic; oil and gas potential; offshore oil and gas fields.

* Перевод подготовлен для повышения интереса русскоязычной аудитории к данной статье.

© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
© Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II (перевод), 2024.

1. Введение

Российская Арктика – уникальный регион со значительными ресурсами, большим потенциалом и стратегическим значением для России, обусловленным уникальной минерально-сырьевой базой (особенно месторождениями нефти и газа), перспективными путями развития логистической инфраструктуры и другими факторами. Около 12 % территории России расположено за Полярным кругом [1], в Арктической зоне создается около 12-15 % валового внутреннего продукта страны и обеспечивается около четверти экспорта [2]. При условии интенсивного и эффективного развития этого региона, особенно шельфовой зоны, освоение которой требует особого подхода с применением инновационных технологий и соответствующих навыков, Россия может в несколько раз увеличить свой ресурсный потенциал, что приведет к повышению конкурентоспособности российской экономики на мировом уровне.

Ускоряющееся изменение климата и изменение доступности ценных полезных ископаемых повлияло на ожидания роста поставок северных ресурсов в глобальном масштабе. Планы по добыче арктических ресурсов часто рассматриваются как средство местного экономического развития, что отражено в стратегиях развития России, Гренландии, канадского Нунавута или Аляски [1]. Распределение неразведанных запасов углеводородов между арктическими странами представлено на рисунке 1 [2].

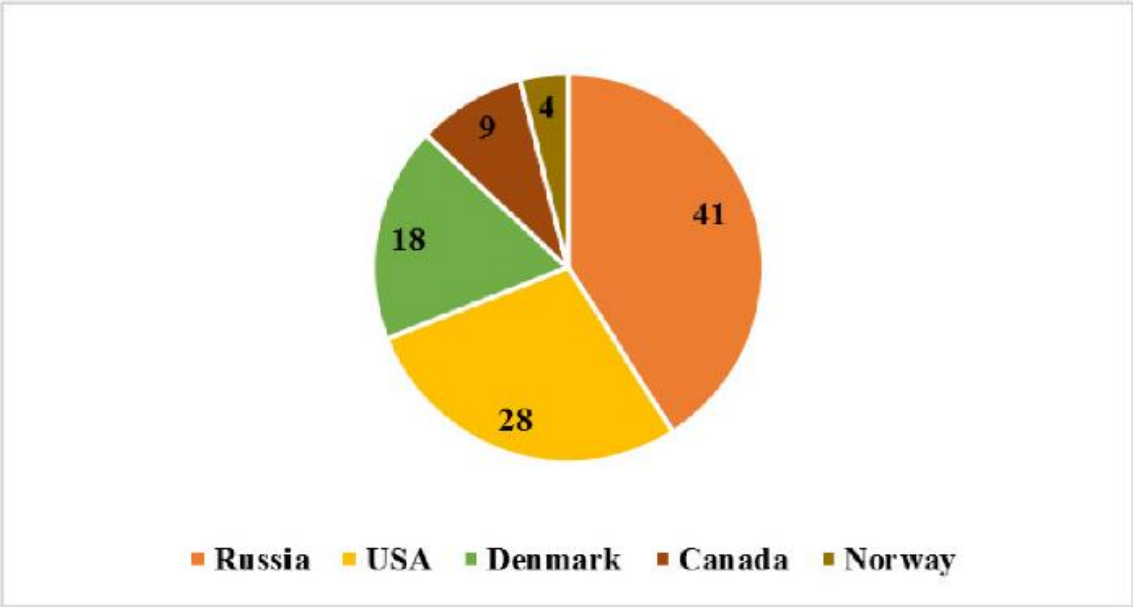


Рис. 1. Распределение неразведанных запасов нефти между арктическими странами, %

Нефтегазовый комплекс Российской Федерации – это отложение национальной экономики и важнейшая сфера ее ресурсно-инновационного развития. Четверть российских запасов нефти и газового конденсата и более 70 % запасов газа (их стоимость превышает 20 трлн долларов [3]) сосредоточены в Арктической зоне России, здесь добывается около 83 % газа и 12 % нефти, однако ее сырьевой потенциал освоен не полностью. Крупнейшими нефтегазовыми бассейнами Арктики являются Восточно-Баренцевский, Южно-Карский, Лаптевых, Восточно-Сибирский и Чукотский. Россия разрабатывает арктические месторождения углеводородов на Кольском полуострове, в Норильске, в северных районах Западной Сибири. Ненецкий автономный округ – важный центр нефтедобычи, а Ямал стал центром газодобычи.

На арктическом шельфе открыто двадцать шесть месторождений нефти и газа, семь из которых готовы к разработке [4]. Месторождения расположены в акватории трех морей: Баренцева, Печорского и Карского с общими извлекаемыми запасами нефти около 0,6 млрд тонн, газа – 8,5 трлн куб. м [4].

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

В ближайшем будущем ожидается рост добычи углеводородов. Планируемые объемы добычи на Приразломном месторождении – около 5 млн тонн (до 2025 года). Ожидается начало добычи на Долгинском месторождении (до 2030 года) и еще на 1-2 шельфовых месторождениях. Кроме того, в Печорском море расположено не менее 10 действующих лицензионных участков для разработки углеводородов (общие извлекаемые ресурсы составляют около 600 млн тонн нефти и 161 млрд кубометров газа). При этом большинство лицензионных участков содержат преимущественно нефтяные залежи [5].

Однако освоение этих ресурсов характеризуется рядом препятствий, основными из которых являются следующие [4]: высокая стоимость геологоразведочных работ, особенно бурения поисковых скважин (несколько сотен миллионов долларов при глубине моря более 1000 м); отсутствие технологически простой альтернативы традиционным методам бурения скважин; неэффективность существующих систем сбора, подготовки и транспортировки добытой продукции и др.

Освоение такого нефтегазового потенциала, характеризующегося наличием трудноизвлекаемых углеводородов на больших глубинах, шельфах морей и Северного Ледовитого океана, эксплуатация нефтяных месторождений на поздних стадиях разработки, транспортировка нефти и газа на большие расстояния по трубопроводам требуют развитой инфраструктуры, квалифицированных кадров и значительного инновационного потенциала. Однако на инновационное развитие региона влияют такие негативные факторы, как [2]: неразвитость инфраструктуры Арктической зоны (транспортной, информационно-телекоммуникационной, рыночной и др.); низкая рентабельность добычи полезных ископаемых, обусловленная отсутствием развитой инфраструктуры и развитых энергосистем; декларативный характер законов и нормативных актов и слабый контроль за реализацией государственных стратегий и программ; дисбаланс в экономическом и инновационном развитии между отдельными арктическими территориями и регионами и др.

Ряд проблем инновационного развития Арктической зоны связан с отсутствием системного подхода к созданию инновационной инфраструктуры [6].

Несмотря на это, природная среда Арктики, включая ее шельф, характеризуется повышенными сроками восстановления экологического баланса вследствие техногенного воздействия. Основными климатическими особенностями региона, осложняющими освоение нефтегазового потенциала Арктической зоны, являются следующие [4]: транспортировка нефти в сложных природно-климатических условиях; сложные метеорологические, температурные и гидрологические условия; сложная ледовая обстановка; крайне сложный ветровой режим; сложный рельеф дна; большая глубина воды при наличии ледовых наносов; ледовый период около 7-8 месяцев и др.

Следует также отметить, что российские нефтегазовые компании выходят из периода низкой себестоимости добычи нефти. Себестоимость добычи на новых месторождениях в 2-3 раза выше, чем на традиционных территориях [7]. Российская нефтегазовая отрасль в настоящее время недостаточно инновационна в технологическом развитии и управлении [7], в то время как ведущие мировые нефтегазовые компании инвестируют в развитие высокотехнологичных технологий разработки нефтегазовых месторождений, что позволяет обосновать экономически эффективные способы разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Таким образом, инновации в нефтегазовой отрасли также способствуют рациональному использованию минеральных ресурсов, обеспечивают устойчивое развитие региона и увеличивают доходы компании.

Развитие Арктической зоны России является приоритетной задачей на ближайшие десятилетия в соответствии с национальной политикой [8, 9]. Основные национальные интересы и основные направления реализации государственной политики Российской Федерации в Арктике представлены в табл. 1.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Таблица 1

Национальные приоритеты в развитии российской Арктики

Основные национальные интересы Российской Федерации в Арктике	Основные направления реализации государственной политики Российской Федерации в Арктике
(a) обеспечение суверенитета и территориальной суверенитета и территориальной целостности Российской Федерации; (b) сохранение Арктики как территории мира, стабильности и взаимовыгодного партнерства; (c) обеспечение высокого качества жизни и благосостояния населения Арктической зоны Российской Федерации; (d) развитие Арктической зоны Российской Федерации как стратегической ресурсной базы и ее рациональное использование в целях ускорения экономического экономического роста Российской Федерации; (e) развитие Северного морского пути как конкурентоспособной национальной транспортно-коммуникационной зоны Российской Федерации на мировом рынке; (f) охрана окружающей среды в Арктике, защита исконной среды обитания и традиционного исконной среды обитания и традиционного образа жизни коренных малочисленных народов, проживающих на территории Арктической зоны Российской Федерации.	(a) социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации, а также развитие ее инфраструктуры; (b) развитие науки и технологий для развития Арктики; (c) охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности; (d) развитие международного сотрудничества; (e) обеспечение защиты населения и территорий Арктической зоны Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; (f) обеспечение общественной безопасности в Арктической зоне Российской Федерации; (g) обеспечение военной безопасности Российской Федерации; (h) охрана государственной границы Российской Федерации.

Ожидается, что в ближайшее время будет утверждена стратегия развития Арктической зоны России до 2035 года. Согласно проекту этого документа, подготовленного Минвостокразвития России, к 2030 году доля нефти, добываемой в Арктике, должна составить 22 % от общей добычи нефти в России, а к 2035 году – 25 % [9].

Как видно из национальных интересов и ситуации в нефтегазовой отрасли, устойчивое развитие нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфа является весьма актуальной исследовательской и производственной проблемой. Одним из важнейших аспектов устойчивого развития Арктической зоны является экологическая проблема. Значение экологических и социальных аспектов для устойчивого развития Арктического региона трудно переоценить [6, 10]. Инновационное развитие региона в экологическом аспекте поможет сохранить экосистемы важного стратегического региона Российской Федерации для дальнейшего эффективного и устойчивого развития страны [6].

Для достижения этих целей необходимо разработать новый подход к инновационной деятельности в Арктической зоне для устойчивого освоения ее ресурсов. Целью данной работы является определение роли инноваций в устойчивом развитии нефтегазового потенциала российской Арктики и создание для этого дорожной карты инновационной политики.

В соответствии с целью данной работы мы провели обзор научной литературы по следующим аспектам: проследили связь между устойчивостью и инновациями в научной литературе, изучили роль инноваций в устойчивом развитии ресурсов, исследовали инновационный процесс в ресурсодобывающих отраслях, изучили концепцию Целей устойчивого развития (ЦУР), перспективы и проблемы Арктики и необходимость инновационного подхода, а также методологию создания дорожной карты инновационной политики.

Многие исследования показывают критическую связь между инновациями и устойчивостью. Инновации и устойчивость создают критическое звено в достижении экологического, экономического и социального развития [11-13]. Технологические инновации рассматриваются как важный элемент устойчивого развития [11] и признаются ключевым фактором успеха для развития общества и долгосрочного выживания компаний [14]. Некоторые авторы полагают, что технологические инновации обуславливают экономические, экологические и социальные аспекты устойчивого развития только для стран с высоким уровнем дохода [15]. Однако в то же время остается очень актуальным вопрос о том, как создавать инновации и при этом оставаться экономически выгодными, экологически устойчивыми и социально ответственными [14].

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

В некоторых исследованиях подчеркивается важность инноваций для устойчивого развития и достижения ЦУР [16, 17]. Цели устойчивого развития (ЦУР) – это набор из 17 взаимосвязанных целей, достижение которых представляет собой устойчивое развитие [18]. Они охватывают все аспекты устойчивого развития [19] и были введены для того, чтобы понять устойчивость более подробно и универсально [20]. Кроме того, частные компании являются основным фактором, обеспечивающим их достижение [20]. В этом контексте ЦУР ориентируют компании на ведение устойчивой деятельности. В то же время возникает очень актуальный вопрос – как связать глобальные ЦУР с местными целями [21] и как соотнести их с целями компаний. Поэтому появляются исследования, изучающие вклад различных отраслей в достижение ЦУР [22, 23]. В рамках нашего исследования мы уделили больше внимания вкладу горнодобывающей промышленности в достижение ЦУР. В докладе «Сопоставление горнодобывающей промышленности с Целями устойчивого развития: Атлас» представляет интерпретацию концепции ЦУР для горнодобывающего сектора [23]. В нем представлено, как определенные корпоративные практики горнодобывающей промышленности в глобальном отложении способствуют достижению определенных ЦУР. Некоторые авторы полагают, что такой подход подтолкнет горнодобывающую промышленность к интеграции своей практики «в более широкие рамки устойчивого развития» [24].

1.1. Роль инноваций в устойчивом развитии ресурсов

Инновации играют ключевую роль в решении проблем горнодобывающей промышленности [25, 26]. Минеральные ресурсы играют ключевую роль в развитии общества [27]. Истощение минеральных ресурсов и усложнение условий добычи обосновывает важность новых технологий и энергетической революции для дальнейшего обеспечения доступности ресурсов. Помимо экономических соображений, важно совместить добычу полезных ископаемых с охраной окружающей среды и снизить беспокойство местного населения [27]. Некоторые исследователи полагают, что устойчивость подразумевает равное присутствие экономической, социальной и экологической устойчивости [28]. Кроме того, для достижения экологической устойчивости необходимо, чтобы потребление мировых природных ресурсов, таких как материалы, энергетическое топливо, земля, вода и т. д., было на устойчивом уровне.

Для достижения экономической устойчивости предприятиям и странам необходимо эффективно и ответственно использовать свои ресурсы. Социальная устойчивость наступает тогда, когда любая социальная система достигает хорошего социального благополучия [28].

В то же время в исследовательском сообществе существует вопрос: является ли использование невозобновляемых ресурсов устойчивым? Это в значительной степени зависит от информации, которая недоступна современным наблюдателям [29,30]. Однако в скором времени она может стать доступной благодаря будущим технологическим инновациям.

В контексте инновационного развития регионального минерально-сырьевого комплекса необходимо обратить внимание на существующие горнодобывающие, нефтегазовые компании и активизировать привлечение инвестиций, модернизацию оборудования, привлечение высококвалифицированных кадров и т. д. [6]. Некоторые авторы уделяют внимание инновациям в нефтегазовой отрасли [31] и предполагают, что модель открытых инноваций может облегчить процесс реагирования на специфические отраслевые угрозы (например, экологическое и социальное давление) [32, 33], а также изучить барьеры, прерывающие инновационный процесс в нефтяной отрасли [34].

1.2. Проблемы освоения Арктики

Перспективам и проблемам Арктики, а также необходимости инновационного подхода посвящено большое количество литературы. В большинстве из них подчеркивается важность инноваций для развития Арктики, а также акцентируется внимание на необходимости учета экологических и социальных аспектов в развитии Арктики [35-39]. Обосновывается, что Россия обладает большими ресурсами и влиянием в Арктике, но в то же время российская экономика недостаточно эффективна,

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

и ее приверженность устойчивости (особенно в развитии Арктики) может стать более значимой [35]. Несмотря на то что разведка углеводородных ресурсов дает работу миллионам людей и играет важную роль в российской экономике, она также потенциально вредна и часто приводит к негативным экологическим и социальным последствиям [35].

Разведка углеводородов на шельфе затруднена из-за суровых погодных условий, темноты, льда, обледенения и больших расстояний [37]. Во многих арктических регионах существующая инфраструктура недостаточна для адекватного реагирования на загрязнение при добыче углеводородов. Особые экологические условия требуют инновационных технологий и протоколов [37]. Отсутствие инфраструктуры вдоль арктических берегов также считается очень большой проблемой в случае попадания разлива нефти на побережье, так как до многих мест невозможно добраться с суши с помощью уборочной техники [37].

Несмотря на значительную привлекательность шельфовых проектов, их реализация сопровождается такими трудностями, как суровые погодные условия, сложная геология (добыча нефти и газа в море), а также отсутствие необходимых технологий и инфраструктуры, что делает эти проекты трудоемкими и капиталоемкими [38]. Некоторые исследования посвящены факторам и условиям, влияющим на добычу углеводородов в Арктике [39], другие – рискам, возникающим при эксплуатации морских нефтегазовых месторождений [40]. Установлено, что риск для арктических экосистем непропорционально высок, а различные виды, экосистемы и сообщества подвергаются негативному воздействию (включая коренные народы) [40]. Кроме того, в литературе обсуждаются проблемы низкой плотности населения и неразвитости транспортной инфраструктуры, а также особенности различных арктических регионов [1].

Также обсуждается вопрос устойчивого развития арктического шельфа и выявляется, что экономический и социально-экологический подход к устойчивому развитию арктического шельфа является единственно приемлемым [41]. Устойчивое развитие арктического шельфа предлагается направить на создание центров экономического развития (ЦЭР) (нефтегазовых бизнес-кластеров) [41].

1.3. Дорожная карта инновационной политики

Как уже отмечалось, основной проблемой инновационного развития Арктики является отсутствие системности. Некоторые авторы полагают, что системные сбои являются результатом «отсутствия связей и фрагментации между участниками инновационной деятельности» [42]. Для того чтобы упорядочить и организовать акторов, процессы и вызовы, рекомендуется процесс разработки политики [43]. В этом контексте для систематизации инновационных процессов предлагается Дорожная карта инновационной политики (ДКИП), объединяющая движущие силы инноваций, политику, необходимость отраслевого развития, а также ключевые факторы, способствующие развитию [42].

Что касается реализации ДКИП как инструмента формирования политики для Арктики, то Хинцала и др. предлагают общую стратегическую дорожную карту для Финляндии в контексте развития арктических компетенций [36], однако в ней не рассматривается вопрос устойчивого развития нефтегазового потенциала.

Таким образом, анализ предыдущих исследований показал отсутствие литературы, посвященной изучению вклада инноваций в Арктической зоне в достижение ЦУР, а также разработке дорожной карты инновационной политики для устойчивого развития нефтегазового потенциала российской Арктической зоны (включая шельфовую зону). Данная работа призвана восполнить этот пробел и внести вклад в инновационную литературу и литературу по устойчивому развитию нефтегазовых ресурсов, решив два ключевых вопроса: отслеживание роли и вклада инноваций в устойчивое развитие в контексте достижения ЦУР и использование ДКИП как инструмента для выявления основных аспектов устойчивого развития нефтегазового потенциала российской Арктики.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

2. Материалы и методы

Для выявления роли инноваций мы используем ДКИП в соответствии с ЦУР для уточнения того, как инновации приведут к устойчивому развитию.

Метод ДКИП предлагает объединить два фреймворка – дорожную карту системных преобразований и дорожную карту технологий [43]. Он объединяет анализ социальных, экологических, промышленных и других аспектов в политической практике, возникающих в результате технологического развития, а также присутствующих в этом процессе акторов, и способствует созданию общего видения как основы инновационной политики [36 ,44]. Различные подходы предлагают разные элементы [36, 43, 44]; общая схема ДКИП представлена на рис. 2.

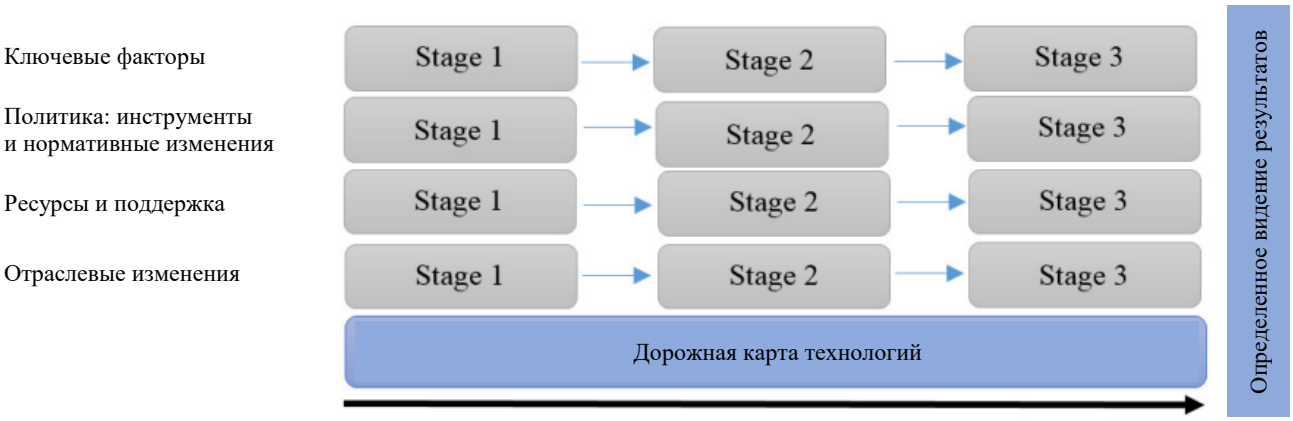


Рис. 2. Схема создания дорожной карты инновационной политики

Метод ДКИП показывает, как достичь определенного видения, которое отражает планируемые результаты. Для того чтобы отразить результаты устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики и шельфовой зоны, мы принимаем концепцию ЦУР.

Концепция ЦУР предполагает следующие цели: цель 1: Нет бедности; цель 2: Нулевой голод; цель 3: Хорошее здоровье и благополучие; цель 4: Качественное образование; цель 5: Гендерное равенство; цель 6: Чистая вода и санитария; цель 7: Доступная и чистая энергия; цель 8: Достойная работа и экономический рост; цель 9: Промышленность, инновации и инфраструктура; цель 10: Сокращение неравенства; цель 11: Устойчивые города и сообщества; цель 12: Ответственное потребление и производство; цель 13: Действия в области климата; цель 14: Жизнь под водой цель 15: Жизнь на земле; цель 16: Мир, справедливость и сильные институты; цель 17: Партнерство для достижения цели [18].

В докладе «Сопоставление горнодобывающей промышленности с Целями устойчивого развития: Атлас» говорится, что горнодобывающая промышленность является очень актуальной и глобальной отраслью, которая часто располагается в отдаленных, экологически хрупких и неосвоенных районах, которые могут включать многие земли и территории коренных народов. Она полностью связана с развитием нефтегазового потенциала Арктической зоны, особенно ее шельфовых территорий. При правильном управлении добычей полезных ископаемых она может создавать рабочие места, способствовать инновациям, обеспечивать инвестиции и инфраструктуру, даже в меняющихся условиях, на протяжении длительного времени. Однако при плохом управлении добыча полезных ископаемых может привести к деградации окружающей среды, перемещению населения, неравенству и росту конфликтов, а также к другим проблемам [23]. Горнодобывающая деятельность оказывает огромное влияние на землю, воду, климат, флору, фауну и людей.

Атлас прослеживает связь между горнодобывающей промышленностью и ЦУР, используя примеры передовой практики в отрасли и существующие знания и ресурсы в области устойчивого развития, которые могут внести полезный вклад в достижение ЦУР в каждой сфере (рис. 3).

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

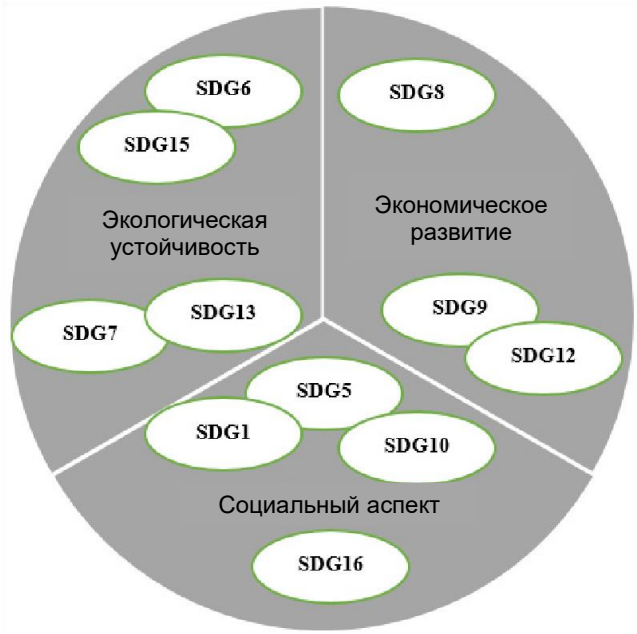


Рис. 3. Цели устойчивого развития в горнодобывающей промышленности согласно [23]

Горнодобывающая промышленность оказывает значительное влияние на местные сообщества, создавая экономические возможности, а также проблемы, связанные с обеспечением средств к существованию и прав человека. Горнодобывающая промышленность приносит значительные доходы в виде налогов, роялти и дивидендов, которые правительства вкладывают в экономическое и социальное развитие, а также открывает возможности для создания рабочих мест и бизнеса на местах [23]. Что касается экономического развития, то горнодобывающая промышленность оказывает большое влияние на экономическое развитие и рост на местном, региональном и даже национальном уровнях.

3. Результаты и обсуждение

Мы применяем подход, основанный на ЦУР, к условиям Арктики и разведке нефти и газа на ее территории и территории арктического шельфа. Мы анализируем и выбираем ЦУР, которые могут быть достигнуты при использовании инноваций для развития нефтегазового потенциала Арктики. Данный подход является основой для выявления роли инноваций в достижении ЦУР, а значит, и в устойчивом развитии нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфовой зоны. Мы выявляем благоприятные инновационные технологии, используя принятую концепцию ЦУР, чтобы проследить вклад инноваций в устойчивое развитие нефтегазового потенциала Арктической зоны России (включая шельфовую зону).

В связи с угрозами, которые могут возникнуть при добыче углеводородов на шельфе (аварийные разливы нефти; аварийные выбросы в атмосферу; ускорение глобального потепления, таяние льдов, вымирание редких видов животных), значительное внимание должно уделяться сохранению экосистем под водой. Учитывая особенности добычи нефти и газа в шельфовой зоне, ЦУР14 «Жизнь под водой» имеет особое значение. Суровый климат, арктические льды, отсутствие береговой и дорожной инфраструктуры, сложности в освоении шельфа обосновывают необходимость инновационного подхода к освоению шельфа (передовые технологии, такие как ледовые машины, способные полноценно добывать нефть и газ на арктическом шельфе, являются средством, которое может это обеспечить).

Арктическая инфраструктура в российской части развита слабо и требует дальнейшего развития [45]. Кроме того, местные сообщества обладают законными или традиционными правами, поэтому разведка и эксплуатация на их территории требует учета их интересов. Проекты по разработке месторождений углеводородных ресурсов должны оцениваться с учетом социального потенциала проекта [45]. В этих условиях ЦУР11 – Устойчивые города и сообщества – является актуальной для достижения устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики.

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Арктический регион (и особенно его шельфовая зона) характеризуется очень сложными условиями работы. Государственная стратегия развития Арктики требует привлечения человеческих ресурсов, поскольку современная ситуация свидетельствует об оттоке населения из северных регионов [46]. Компаниям приходится самостоятельно привлекать квалифицированный персонал из-за сложных климатических условий, нехватки ключевых элементов инфраструктуры в арктическом регионе и несовершенства законодательных норм и государственных программ поддержки персонала. Однако для устойчивого развития нефтегазового потенциала региона необходимо обеспечить благополучие как персонала, так и коренного населения. Освоение нефтегазовых ресурсов, а также будущие морские пути (в связи с глобальным потеплением северный сибирский маршрут сокращает расстояние между крупными портами [47]) создают одну из самых серьезных проблем для приполярных коренных народов и их земель [48]. Значительный вред коренным народам наносят промышленные компании, эксплуатирующие природные ресурсы, местоположение которых часто совпадает с территориями, используемыми для традиционного образа жизни и хозяйственной деятельности коренных народов [49]. Поэтому необходимо включить ЦУР3 – Хорошее здоровье и благополучие.

Несмотря на это, развитие Арктического региона невозможно без сотрудничества на всех уровнях и во всех сферах. Чем сложнее условия для разведки и добычи ресурсов, тем больше требуется научных исследований и инноваций [41]. Основными целями арктической политики России являются освоение природных ресурсов, использование морей в качестве транспортной инфраструктуры в интересах России, защита экосистем, а также сохранение Арктики как зоны мира и сотрудничества с другими странами [6]. Это невозможно без партнерства и сотрудничества. Взаимодействие государств и недропользователей в случае открытия трансграничного месторождения углеводородов чрезвычайно важно [45]. Необходимость сотрудничества между нефтегазовыми компаниями, межрегионального взаимодействия в инновационной сфере, сотрудничества между научными центрами и частными компаниями для создания адаптированных технологий [6] делает ЦУР17 – Партнерства для достижения цели – весьма актуальной для устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики.

Исходя из специфики развития нефтегазового потенциала и его влияния на развитие региона, мы предполагаем, что в нашем исследовании также должны быть задействованы следующие цели и их аспекты (рис. 4).

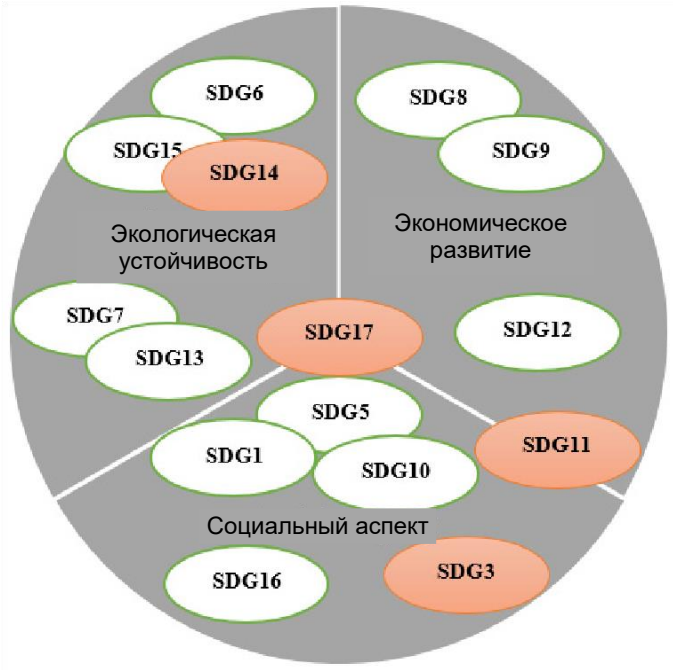


Рис. 4. Цели устойчивого развития в освоении нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфа

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Используя метод ДКИП и принятую концепцию ЦУР, мы создали дорожную карту инновационной политики для устойчивого развития Арктической зоны России (рис. 5).

Дорожная карта состоит из пяти элементов. «Ключевые драйверы» – это глобальные вызовы, которые влияют на развитие нефтегазового потенциала Арктики и поддерживают связанные с этим цели устойчивого развития. Основными глобальными драйверами являются рост мирового спроса на энергоносители, истощение традиционных запасов и изменение климата. Что касается факторов, влияющих на Россию, то наиболее значимым из них является стратегическое значение нефтегазовой отрасли для России, а также ее национальные интересы в регионе. Растущее значение экологических и социальных аспектов также стимулирует инновационную деятельность по развитию нефтегазового потенциала. Второй элемент – «Политика: инструменты и нормативно-правовая база» – описывает меры и изменения, необходимые для стимулирования спроса на инновационные решения, экономического стимулирования промышленности и внедрения инноваций.



Рис. **5**. Дорожная карта инновационной политики
для устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфовой зоны

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Раздел «Ресурсы и поддержка» содержит информацию о том, какие ресурсы необходимы для облегчения процесса внедрения инноваций и их продвижения из лабораторий или университетов на рынок.

Отраслевые изменения описывают экономические, промышленные, экологические и социальные виды деятельности в Арктике, которые могут повлиять на инновационную деятельность в обоих направлениях – способствовать или препятствовать ей. Начало добычи нефти и газа на шельфе и на суше, а также цифровизация и интеллектуализация нефтегазовой отрасли – вот основные отраслевые характеристики, требующие инновационной активности. В среднесрочной и долгосрочной перспективе этому может способствовать развитая инфраструктура, однако на данный момент этот вопрос остается нерешенным.

Ключевые факторы – это существующие или прогнозируемые инновационные технологии, которые поддерживают инновационный процесс для устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики и поддержки ЦУР. Мы предоставляем инновационные технологии на всех этапах разработки нефтегазовых месторождений и уделяем внимание экологическим и социальным инновациям.

ДКИП объединила акторов, процессы и драйверы инновационной деятельности в освоении нефтегазовых ресурсов Арктики и ее территорий. Видно, что драйверы создают вызовы для инноваций, которые требуют поддержки отраслевых тенденций развития и которые невозможно реализовать без структурированной политики и различных видов поддержки со стороны государства и компаний.

В нашем исследовании мы изучали роль инноваций для устойчивого развития в освоении нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфовой зоны. Таким образом, мы изучили, как инновации приводят к устойчивости в соответствии с ЦУР. Мы проследили роль существующих и прогнозируемых технико-внедренческих решений на различных этапах процесса разведки и эксплуатации в устойчивом развитии Арктической зоны России. Мы выделили следующие этапы: поиск и разведка месторождений углеводородов; бурение нефтяных и газовых скважин; разработка месторождений углеводородов; транспортировка и хранение углеводородов, а также логистика и сбыт продуктов их переработки. Мы также сделали акцент на экологических и социальных инновациях.

Мы представляем существующие и прогнозируемые инновационные технологии и решения для освоения ресурсов Арктики и ее шельфовых территорий и обосновываем их роль в обеспечении устойчивости в соответствии с принятой концепцией ЦУР. Результаты представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы, конкретные инновационные технологии вносят в настоящее время или могут внести в будущем вклад в достижение целей устойчивого развития, что, в свою очередь, обеспечивает устойчивое развитие нефтегазового потенциала российской Арктики и ее шельфовых территорий.

Устойчивое освоение нефтегазовых ресурсов шельфа невозможно без инноваций на всех этапах этого процесса. Инновационные технологии в геологоразведке могут привести к устойчивому развитию в экологическом, социальном и экономическом аспектах. Российские компании уже внедряют некоторые инновации в Арктике. Например, «Газпром нефть» при разработке морских нефтегазовых месторождений использует ледостойкие платформы, на которых размещаются буровые и эксплуатационные скважины, а также систему дистанционного управления оборудованием на устьях подводных скважин. Для организации поставок компания создала уникальную логистическую схему круглогодичной транспортировки углеводородов. Ее ключевыми элементами являются нефтедобывающая платформа «Приразломная», терминал «Ворота Арктики», усиленный танкерный флот ледового класса, собственные и привлеченные ледоколы, а также придорожный перегрузочный комплекс [53]. Эффективность и безопасность работы обеспечивает первая в мире цифровая система управления арктической логистикой «Капитан», созданная специалистами «Газпром нефти».

Таким образом, основные выводы исследования сводятся к следующему:

(1) устойчивое развитие нефтегазовых месторождений в Арктической зоне (особенно на шельфе) является весьма актуальной производственной и научной проблемой, что обусловлено,

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

с одной стороны, стратегической важностью арктических запасов, экологическими и социальными проблемами, а с другой – отсутствием научной базы для этого;

(2) устойчивое развитие нефтегазовых месторождений в Арктической зоне невозможно без инновационного подхода и реализации инновационной политики, что может быть осуществлено с помощью метода ДКИП;

(3) понимание роли инноваций в устойчивом развитии нефтегазового потенциала Арктической зоны возможно благодаря дорожной карте инновационной политики, а также отслеживанию достижения ЦУР с помощью инноваций;

(4) концепция ЦУР нуждается в адаптации к особенностям развития нефтегазового потенциала Арктики;

(5) сочетание ДКИП и выявленной роли инноваций дает возможность распределять ресурсы или другие виды поддержки по актуальным вопросам, проектам, сферам или территориям.

Таблица 2

Роль инноваций в устойчивом развитии нефтегазового потенциала российской Арктики и ее шельфовой зоны

Сферы		Основные инструменты инновационных изменений	Роль в устойчивом развитии нефтегазового потенциала российской Арктики	Обеспечение ЦУР
Поиск и разведка месторождений углеводородов	(a)	Новые технологии сейсморазведки (с учетом возможностей цифровых технологий): – бассейновое моделирование углеводородных систем, прогноз перспективных зон для поисков углеводородов, оценка геолого-геофизических рисков; – 4D сейсмический мониторинг для поиска залежей углеводородов, уточнения гидродинамической модели залежей углеводородов, в том числе водным способом с использованием сейсморазведки с буксируемой косой, донных волоконно-оптических систем; – подледная сейсморазведка для поиска месторождений углеводородов в арктических регионах в условиях, когда проведение сейсморазведки с суши или с геофизических судов невозможно или экономически нецелесообразно; – беспилотный летательный аппарат для проведения аэрогеофизических исследований.	– Получение достоверной информации о глубинном строении недр, строении пластов-коллекторов и каптажей нефтегазовых пластов, что обеспечивает более высокую точность данных для дальнейшей добычи, а также для планирования будущих проектов. – Предоставление возможностей для дальнейшей разработки трудноизвлекаемых ресурсов и более эффективного использования природных ресурсов. – Обеспечение нефтегазовых компаний, Российской Федерации и ее регионов углеводородными ресурсами.	ЦУР1 ЦУР7 ЦУР8 ЦУР9 ЦУР12 ЦУР15
	(b)	Цифровое моделирование структуры порового пространства пластов-коллекторов и кэпроков месторождений углеводородов.		
	(c)	Технологии для изучения и эффективной эксплуатации нетрадиционных коллекторов.		
Бурение нефтяных и газовых скважин	(a)	Строительство многозабойных и наклонно-направленных скважин.	– Вовлечение в эффективную разработку многопластовых месторождений углеводородов, а также пластов-коллекторов на больших глубинах или в сложных геологических условиях, обеспечивающих добычу углеводородов в условиях дефицита имеющихся ресурсов; – Снижение затрат на бурение поисковых и разведочных скважин, а также многозабойных и наклонно-направленных скважин при эксплуатации пластов-коллекторов на месторождениях углеводородов.	ЦУР1 ЦУР3 ЦУР6 ЦУР7 ЦУР8 ЦУР9 ЦУР13 ЦУР14
	(b)	Высокопрочные буровые долота.		
	(c)	Роботизированные буровые суда и платформы нового поколения, в том числе для работы в Арктике: технология геолокации; помощь ледоколу или ледокольные работы; бурение в глубоководных условиях.		
	(d)	Буровое оборудование для предотвращения выдувания, превенторы в условиях аномально высоких и аномально низких пластовых давлений и на больших глубинах в Мировом океане, в том числе для работы в Арктике.		
	(e)	Энергоэффективные буровые системы с верхним приводом для увеличения скорости бурения, а также для бурения структурно сложных скважин и повышения безопасности при бурении.		

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Сферы		Основные инструменты инновационных изменений	Роль в устойчивом развитии нефтегазового потенциала российской Арктики	Обеспечение ЦУР
Разработка месторождений углеводородов	(a)	Цифровое моделирование месторождений углеводородов с заданными технико-экономическими параметрами.	– Рациональное использование энергии недр, формирование идеологии комплексного освоения месторождений углеводородов и их инфраструктуры. – Снижение себестоимости добычи углеводородов, повышение эффективности разработки месторождений. – Повышение эффективного коэффициента извлечения нефти. – Вовлечение в разработку нетрадиционных месторождений углеводородов. – Обеспечение освоения морских и шельфовых ресурсов.	ЦУР1 ЦУР6 ЦУР7 ЦУР8 ЦУР9 ЦУР12 ЦУР14 ЦУР15 ЦУР17
	(b)	Эффективное прогнозирование и использование методов повышения нефтеотдачи пластов на различных этапах добычи углеводородов.		
	(c)	Технологии 4D, виртуальной и дополненной реальности для поддержки и принятия управленческих решений: – реинжиниринг «зрелых» месторождений углеводородов; – геолого-технические мероприятия по регулированию параметров разработки месторождений углеводородов в соответствии с целевыми значениями объемов добычи углеводородов; – технологии разработки: месторождений низконапорного газа (с низким давлением в пласте); месторождений «богатого» газа (с высоким содержанием углеводородов от С3 и выше); плотный газ (сланцы); метан угольных пластов; газогидраты вечной мерзлоты и глубоководных впадин Мирового океана.		
	(d)	Технологии и оборудование для роботизированных подводных добычных комплексов, разукомплектованные технологии для мобильных подводных и добычных платформ в арктических условиях.		
Транспортировка и хранение углеводородов, логистика и реализация продуктов их переработки	(a)	Высокоэффективные технологии перекачки углеводородов: – энергоэффективные агрегаты (насосы, компрессоры, приводы) с высоким коэффициентом полезного действия; – специализированные стали, композитные и аддитивные материалы, 3d печать готовых изделий с высокой коррозионной стойкостью и прочностью, для труб и технологического оборудования для транспортировки углеводородов (в том числе высокого давления) и хранения; – автономная энергетическая составляющая, возобновляемые и альтернативные источники энергии для удаленных технологических объектов магистральных и внутрипромысловых трубопроводов.	– Формирование новой транспортно-логистической инфраструктуры Дальнего Востока, Восточной Сибири и Арктики с учетом геологических условий месторождений углеводородов и технико-экономического анализа возможных путей транспортировки углеводородов на рынки, включая конечного потребителя; – создание среды «технологического доверия» и эффективного взаимодействия с потребителем на основе многовариантного прогнозирования и гарантированного удовлетворения спроса на энергоресурсы; – Продление срока безремонтной эксплуатации, безаварийной работы, ремонтопригодности магистральных трубопроводов и объектов хранения углеводородов; – Снижение затрат на перекачку углеводородов по трубопроводам; – Снижение технологических потерь при транспортировке и хранении углеводородов и продуктов их переработки; – Развитие частного бункеровочного, берегового и танкерного флота, в том числе ледокольных судов, и необходимой инфраструктуры.	ЦУР1 ЦУР3 ЦУР6 ЦУР7 ЦУР8 ЦУР9 ЦУР11 ЦУР12 ЦУР17
	(b)	Внутритрубная диагностика магистральных трубопроводов: – приборы для внутритрубной диагностики с заданными техническими характеристиками, превосходящими мировые аналоги, с комбинацией рентгеновского и ультразвукового сигналов и без использования расходных материалов; – снижение энергопотребления внутритрубных «умных скребков» при уменьшении расстояния между датчиками и увеличении частоты «просвечивания» металла трубы для выявления продольных и поперечных дефектов; – мониторинг и прогнозирование развития дефектов, а также цифровая интерпретация данных после диагностики с использованием инструментов цифровой трансформации.		
	(c)	Технологии защиты от отложений в магистральных нефтепроводах (от парафинов) и в газопроводах (от гидратов); разработка технологий перекачки газа в двухфазном или гидратном состоянии.		

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Сферы		Основные инструменты инновационных изменений	Роль в устойчивом развитии нефтегазового потенциала российской Арктики	Обеспечение ЦУР
	(d)	Технологии и оборудование для улавливания паров жидких углеводородов при их хранении, погрузке в цистерны, железнодорожных перевозках, мелком и среднем опте.		
	(e)	«Интеллектуальные» устройства для дистанционного мониторинга объектов транспортной инфраструктуры с целью контроля напряженно-деформированного состояния (особенно в труднодоступных местах, например, под водой, или в местах опасных геологических процессов), оттока и предотвращения несанкционированного воздействия (космические технологии, волоконно-оптические датчики, летающие дроны и т.д.).		
	(f)	Новые технологии сварочного производства (особенно для композитных материалов), контроль качества сварных соединений.		
Экологические инновации	(a)	Невзрывные источники сигналов в сейсморазведке;	– Формирование имиджа энергетических компаний как экологически и социально ответственных, обеспечивающих меры по предотвращению техногенного вреда во всех сегментах нефтегазового бизнеса, гарантирующих безопасность для жизни и здоровья граждан, окружающей среды; – Использование возобновляемых и альтернативных источников энергии во всех сегментах нефтегазового бизнеса для удовлетворения собственной потребности в энергоресурсах (в том числе внедрение парадигмы «нефтегазовый бизнес – не конкурент, а партнер возобновляемых источников энергии»), – Снижение энергоемкости технологических процессов, снижения затрат и повышения экономической эффективности; Ликвидация антропогенного воздействия, внедрение технологий нулевого сброса на объектах нефтегазового бизнеса на природных территориях с особым статусом, морях и океанах; – Разработка, внедрение и независимый контроль прозрачных общепринятых методов оценки антропогенного и техногенного воздействия на окружающую среду.	ЦУР3 ЦУР6 ЦУР7 ЦУР9 ЦУР11 ЦУР12 ЦУР13 ЦУР14 ЦУР15 ЦУР17
	(b)	При бурении и гидроразрыве пласта: – подземная утилизация буровых материалов при строительстве, эксплуатации и ремонте нефтяных и газовых скважин; – замкнутые системы водоподготовки, используемые для повышения нефтеотдачи пластов; – экологически чистая химия – буровые растворы, биоразлагаемые гели, инертные материалы для проппантов;		
	(c)	Использование попутного нефтяного газа для собственных нужд: – производство энергии и тепла; – производство ароматических углеводородов; – малотоннажные установки для сжиженного и сжатого природного газа;		
	(d)	Нано-, композитные и 3D материалы, фильтрующие элементы на всех этапах добычи, переработки, логистики нефти, нефтепродуктов, газа.		
	(e)	Биотехнологии: – разведение водных организмов (моллюсков, морских гребешков, губок, рыб) на шельфе для воссоздания биоразнообразия, очистка и мониторинг загрязнения воды и донных грунтов нефтью и нефтепродуктами; – сорбенты и дисперсанты для рекультивации земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, разливов нефти и нефтепродуктов на суше и в море, очистки воды и ледового ила в арктических регионах; – повышение нефтеотдачи пласта с помощью введения различных бактерий или их образования в самом пласте;		
Социальные инновации	(a)	Многосторонние инициативы (MSI) с различными целями, направлениями и организационными структурами.	– Защита интересов коренных народов для обеспечения социальной устойчивости; – Создание социальной инфраструктуры как для коренных жителей, так и для персонала; – Поощрение сотрудничества на различных уровнях по вопросам развития социальной инфраструктуры в Арктике и на ее шельфе.	ЦУР3 ЦУР8 ЦУР9 ЦУР11 ЦУР16 ЦУР17
	(b)	Местные форумы для развития сообщества и наращивания потенциала.		
	(c)	Творческие подходы к предоставлению услуг.		
	(d)	Обеспечение мест проживания и деятельности сообществ.		
	(e)	Создание общественного движения, такого как Ассоциация коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока – среди коренных малочисленных народов Арктической зоны Российской Федерации.		
	(f)	Передовые практики регионального международного сотрудничества в Арктике с эффективным совершенствованием государственного управления на уровне органов местного самоуправления (муниципалитетов).		

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Результаты работы не противоречат предыдущим исследованиям [31-41], подчеркивающим важность инноваций для ресурсоориентированных отраслей, стратегическое значение Арктики для России и обосновывающим необходимость устойчивого развития ее ресурсов, а дополняют их и вносят вклад в научную литературу, предоставляя возможность отслеживать вклад инноваций в устойчивое развитие через достижение ЦУР. Что касается практического применения, то результаты исследования могут быть использованы разработчиками государственной политики, нефтегазовыми компаниями при формировании стратегии, а также государственными и частными научно-исследовательскими компаниями.

Основные допущения исследования: в исследовании мы сосредоточились на арктических территориях Российской Федерации и рассмотрели особенности российского нефтегазового потенциала, поэтому результаты для других стран могут быть интерпретированы в соответствии с его особенностями и характеристиками; мы не рассматривали конкретные индикаторы или количественные показатели достижения ЦУР; мы использовали открытые источники информации.

Что касается будущих направлений исследования, то мы могли бы сосредоточиться на инновационной деятельности в различных арктических регионах, а также разработать дорожную карту инновационной политики не только для России, но и для всех субъектов на арктической территории.

4. Выводы

Арктическая зона России, включая ее шельф, является одной из наиболее привлекательных и перспективных территорий с точки зрения потенциала добычи углеводородов. Освоение Арктики – это высокотехнологичный и инновационный процесс, определяющий инновационное развитие целого ряда отраслей и территорий.

В настоящее время на шельфе работают более 10 государств, которые уже обладают технологиями разведки и добычи углеводородов. Поэтому эффективное освоение шельфа Россией необходимо для того, чтобы не увеличивать технологическое отставание и способствовать устойчивому освоению шельфовых ресурсов арктического шельфа, направленному на получение экономической прибыли, экологическую устойчивость и социальную ответственность. Для этого необходимо реализовать инновационный подход. В соответствии с этими предпосылками и целью исследования были получены следующие результаты:

(1) Обоснование стратегической важности устойчивого развития нефтегазовых ресурсов российского арктического шельфа в связи с его огромным потенциалом, с одной стороны, и истощением существующих месторождений и дефицитом ресурсов – с другой.

(2) Выявление основных вызовов, обосновывающих необходимость инновационного подхода к устойчивому развитию нефтегазового потенциала российской Арктики, подкрепленного национальными интересами в этой сфере.

(3) Адаптация концепции ЦУР к проблеме устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфа и формирование перечня ЦУР, которые задействованы в этом процессе и обеспечивают устойчивость в экономическом, социальном и экологическом аспектах.

(4) Дорожная карта инновационной политики для устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфовой зоны, представляющая участников процесса и способствующая созданию общего видения основ инновационной политики, а также обеспечивающая анализ социальных, экологических, промышленных и других аспектов в практике политики, возникающих в результате технологического развития.

(5) Определение роли инноваций для достижения ЦУР и устойчивого развития нефтегазового потенциала Арктики и ее шельфовой зоны с использованием ПИРМ в сочетании с принятой концепцией ЦУР.

Понимание указанной роли позволяет управлять инновационным процессом в освоении ресурсов Арктики в зависимости от того, какие цели и потребности являются чрезвычайно важными или какие проблемы необходимо решить в ближайшем будущем. Для эффективного процесса инноваций, разработки и внедрения важно использовать научный потенциал Российской Федерации с привлечением ведущих зарубежных разработчиков, приобретать инновационные технологии и лицензии на производство, привлекать ведущие зарубежные компании в качестве субподрядчиков или

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

на совместной основе. Необходимо аккумулировать организационный, технологический и финансовый потенциал государства и ведущих российских нефтегазовых компаний для координации и разработки новых технологий и конструкций, а также для реализации программы разведки и освоения минеральных ресурсов на арктическом континентальном шельфе, что обеспечит устойчивое развитие региона.

Вклад авторов: *концептуализация, Д.Д.; методология, Д.Д. и Н.Р.; формальный анализ, Н.Р.; ресурсы, Д.Д. и Н.Р.; написание – подготовка оригинального проекта, Д.Д. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.*

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

Конфликты интересов: *авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Финансирующие организации не принимали участия в разработке дизайна исследования, сборе, анализе и интерпретации данных, написании рукописи и принятии решения о публикации результатов.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Gritsenko, D.; Efimova, E. Is there Arctic resource curse? Evidence from the Russian Arctic regions. Resour. Policy 2020, 65. http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101547
2. Alekseev, G.V.; Antipov, S.K.; Afonichkin, A.I.; Afonichkina, E.A.; Baburov, S.V.; Balashova, E.S.; Bondareva, N.N.; Borisov, V.N.; Vylegzhanina, A.O.; Goryachevskaya, E.S.; et al. The Arctic Space of Russia in the XXI Century: Development Factors, Management; Ivanter, V.V., Ed.; LLC Publishing House: St. Petersburg, Russia, 2016; pp. 630–655, ISBN 9785990233959.
3. Zuev, A. Oil and gas klondike of the Arctic. FEC Russia 2018, 12. Available online: https://www.cdu.ru/tek_russia/issue/2018/12/545/ (accessed on 20 August 2020).
4. Dmitrievskiy, A.N.; Eremin, N.A.; Shabalin, N.A.; Kondratyuk, A.T.; Eremin, A.N. State and prospects for the development of hydrocarbon resources of the Arctic shelf of Russia. Neftegaz.RU 2017, 1, 32–41.
5. Krasnopol'skiy, V.G. Oil spills in the Arctic. Problems and solutions. Neftegaz.RU 2019, 5, 104–106.
6. Ilinova, A.A.; Dmitrieva, D.M. The mechanism of innovative development of the Russian arctic zone. Int. J. Mech. Eng. Technol. 2018, 9, 1439–1451.
7. Cherepovitsyn, A.E.; Kraslavski, A. Research of the innovative potential of an oil and gas company at different stages of field development. J. Min. Inst. 2016, 222, 892–902. http://dx.doi.org/10.18454/PMI.2016.6.892
8. Decree of the President of the Russian Federation No. 164 of 5th March, 2020. On the Fundamentals of State Policy of the Russian Federation in the Arctic for the Period up to 2035. Available online: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/arkt/documents/ (accessed on 24 July 2020).
9. The Project of Strategy for the Development of the Arctic up to 2035 is Submitted to the Government of the Russian Federation. Available online: https://minvr.gov.ru/press-center/news/24847/ (accessed on 18 August 2020).
10. Malinauskaite, L.; Cook, D.; Davíðsdóttir, B.; Ögmundardóttir, H.; Roman, J. Ecosystem services in the Arctic: A thematic review. Ecosyst. Serv. 2019, 36. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100898
11. Kuzma, E.; Padilha, L.S.; Sehnem, S.; Julkovski, D.J.; Roman, D.J. The relationship between innovation and sustainability: A meta-analytic study. J. Clean. Prod. 2020, 259, 120745. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120745
12. Adams, R.; Jeanrenaud, S.; Bessant, J.; Denyer, D.; Overy, P. Sustainability-oriented Innovation: A Systematic Review. Int. J. Manag. Rev. 2016, 18, 180–205. http://dx.doi.org/10.1111/ijmr.12068
13. Freire, R.; Costa, E.; Alves, J.; Brito, C. A dialectic on innovation and sustainability. International. J. Innov. Sustain. Dev. 2019, 13, 246–258. http://dx.doi.org/10.1504/IJISD.2019.100399
14. Shrivastava, P.; Ivanaj, S.; Ivanaj, V. Strategic technological innovation for sustainable development. Int. J. Technol. Manag. 2016, 70, 76–107. http://dx.doi.org/10.1504/IJTM.2016.074672
15. Omri, A. Technological innovation and sustainable development: Does the stage of development matter? Environ. Impact Assess. Rev. 2020, 83, 106398. http://dx.doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106398
16. Barbieri, J.C.; de Vasconcelos, I.F.G.; Andreassi, T.; de Vasconcelos, F.C. Innovation and sustainability: New models and propositions. Rev. Adm. Empres. 2010, 50, 146–154. http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75902010000200002
17. Nill, J.; Kemp, R. Evolutionary approaches for sustainable innovation policies: From niche to paradigm? Res. Policy 2009, 38, 668–680. http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.011
18. United Nations Department of Economic and Social A_airs. Available online: https://sdgs.un.org/goals (accessed on 15 July 2020).
19. Rosati, F.; Faria, L.G.D. Business contribution to the Sustainable Development Agenda: Organizational factors related to early adoption of SDG reporting. Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag. 2019, 26, 588–597. http://dx.doi.org/10.1002/csr.1705
20. Ike, M.; Donovan, J.D.; Topple, C.; Masli, E.K. The process of selecting and prioritising corporate sustainability issues: Insights for achieving the Sustainable Development Goals. J. Clean. Prod. 2019, 236, 117661. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117661
21. Hacking, T. The SDGs and the sustainability assessment of private-sector projects: Theoretical conceptualization and comparison with current practice using the case study of the Asian Development Bank. Impact Assess. Proj. Apprais. 2019, 37, 2–16. http://dx.doi.org/10.1080/14615517.2018.1477469
22. Omer, M.A.B.; Noguchi, T. A conceptual framework for understanding the contribution of building materials in the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs). Sustain. Cities Soc. 2020, 52, 101869. http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2019.101869
23. Mapping Mining to the Sustainable Development Goals: An Atlas. Available online: https://www.commdev.org/pdf/publications/P_Mapping_Mining_SDG.pdf (accessed on 5 August 2020).

 Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

24. Starke, L. Breaking New Ground: Mining, Minerals and Sustainable Development; Routledge: London, UK, 2016; ISBN 9781315541501. http://dx.doi.org/10.4324/9781315541501

25. Endl, A.; Tost, M.; Hitch, M.; Moser, P.; Feiel, S. Europe's mining innovation trends and their contribution to the sustainable development goals: Blind spots and strong points. Resour. Policy 2019, 101440. http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101440

26. Gorman, M.R.; Dzombak, D.A. A review of sustainable mining and resource management: Transitioning from the life cycle of the mine to the life cycle of the mineral. Resour. Conserv. Recycl. 2018, 137, 281–291. http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.001

27. Calas, G. Mineral Resources and Sustainable Development. Elements 2017, 13, 301–306. http://dx.doi.org/10.2138/gselements.13.5.301

28. Ucal, M.; Xydis, G. Multidirectional Relationship between Energy Resources, Climate Changes and Sustainable Development: Technoeconomic Analysis. Sustain. Cities Soc. 2020, 60, 102210. http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2020.102210

29. Dobra, J.; Dobra, M.; Ouedraogo, A. Does mineral development provide a basis for sustainable economic development? Resour. Policy 2018, 58, 71–76. http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.03.013

30. Katysheva, E.; Tsvetkova, A. Economic and institutional problems of the Russian oil and gas complex digital transformation. In Proceedings of the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, Albena, Bulgaria, 30 June–6 July 2019; STEF92 Technology Ltd.: Sofia, Bulgaria, 2019; Volume 19, pp. 203–208. http://dx.doi.org/10.5593/sgem2019/5.3/S21.026

31. Stadler, C. Process innovation and integration in process-oriented settings: The case of the oil industry. J. Prod. Innov. Manag. 2011, 28, 44–62. http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00860.x

32. Radnejad, A.B.; Vredenburg, H.; Woiceshyn, J. Meta-organizing for open innovation under environmental and social pressures in the oil industry. Technovation 2017, 66, 14–27. http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2017.01.002

33. Radnejad, A.B.; Vredenburg, H. Collaborative competitors in a fast–changing technology environment: Open innovation in environmental technology development in the oil and gas industry. Int. J. Entrep. Innov. Manag. 2015, 19, 77–98. http://dx.doi.org/10.1504/IJEIM.2015.068424

34. Radnejad, A.B.; Osiyevskyy, O.; Vredenburg, H. Barriers to radical process innovation: Acase of environmental technology in the oil industry. J. Strategy Manag. 2020, 13, 453–476. http://dx.doi.org/10.1108/JSMA-11-2019-0206

35. Andreassen, N. Arctic energy development in Russia—How "sustainability" can fit? Energy Res. Soc. Sci. 2016, 16, 78–88. http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2016.03.015

36. Hintsala, H.; Niemelä, S.; Tervonen, P. Arctic potential—Could more structured view improve the understanding of Arctic business opportunities? Polar Sci. 2016, 10, 450–457. http://dx.doi.org/10.1016/j.polar.2016.07.001

37. Knol, M.; Arbo, P. Oil spill response in the Arctic: Norwegian experiences and future perspectives. Marine Policy 2014, 50, 171–177. http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2014.06.003

38. Carayannis, E.; Ilinova, A.; Chanysheva, A. Russian Arctic Offshore Oil and Gas Projects: Methodological Framework for Evaluating Their Prospects. J. Knowl. Econ. 2019, 1–27. http://dx.doi.org/10.1007/s13132-019-00602-7

39. Harsem, Ø.; Eide, A.; Heen, K. Factors influencing future oil and gas prospects in the Arctic. Energy Policy 2011, 39, 8037–8045. http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.058

40. Johannsdottir, L.; Cook, D. Systemic risk of maritime-related oil spills viewed from an Arctic and insurance perspective. Ocean Coastal Manag. 2019, 179. http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104853

41. Carayannis, E.G.; Ilinova, A.A.; Cherepovitsyn, A.E. Sustainable Development of the Russian Arctic zone energy shelf: The Role of the Quintuple Innovation HelixModel. J. Knowl. Econ. June 2017, 8, 456–470. http://dx.doi.org/10.1007/s13132-017-0478-9

42. Georghiou, L.; Keenan, M. Evaluation of National Foresight Activities: Assessing Rationale, Process and Impact. Technol. Forecast. Soc. Chang. 2006, 73, 761–777. http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2005.08.003

43. Ahlqvist, T.; Valovirta, V.; Loikkanen, T. Innovation policy roadmapping as a systemic instrument for forward-looking policy design. Sci. Public Policy 2012, 39, 178–190. http://dx.doi.org/10.1093/scipol/scs016

44. Rama Mohan, S. Strategy and design of Innovation Policy Road Mapping for a waste biorefinery. Bioresour. Technol. 2016, 215, 76–83. http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2016.03.090

45. Cherepovitsyn, A.E.; Chvileva, T.A.; Romasheva, N.V. Prospects for the exploration of hydrocarbon deposits in the Arctic based on socio-economic evaluation. Int. J. Civ. Eng. Technol. 2018, 9, 938–948.

46. Kruk, M.; Semenov, A.; Cherepovitsyn, A.; Nikulina, A. Environmental and economic damage from the development of oil and gas fields in the Arctic shelf of the Russian Federation. Eur. Res. Stud. J. 2018, 21, 423–433.

47. Savard, C.; Nikulina, A.; Mécemmène, C.; Mokhova, E. The Electrification of Ships Using the Northern Sea Route: An Approach. J. Open Innov. Technol. Mark. Complex. 2020, 6, 13. http://dx.doi.org/10.3390/joitmc6010013

48. Malaurie, J. Arctic Peoples in a Changing Environment: A Humanist's Vision. In Climate Change and Arctic Sustainable Development: Scientific, Social, Cultural and Educational Challenges; UNESCO: Paris, France, 2009; pp. 131–136, ISBN 9789231041396.

49. Abryutina, L. Indigenous Peoples of the Russian North: Social and Climatic Changes. In Climate Change and Arctic Sustainable Development: Scientific, Social, Cultural and Educational Challenges; UNESCO: Paris, France, 2009; pp. 181–190, ISBN 978-92-3-104139-6.

50. Sauer, P.C.; Hiete, M. Multi-Stakeholder Initiatives as Social Innovation for Governance and Practice: A Review of Responsible Mining Initiatives. Sustainability 2020, 12, 236. http://dx.doi.org/10.3390/su12010236

51. Smorchkova, V.I.; Kharlamp'eva, N.D. Social innovations in Arctic municipalities as a factor of sustainable development. Arctic XXI Century Hum. Sci. 2015, 1, 30–39.

52. Martynov, V.G.; Golunov, N.N.; Makarova, E.D. Foresight of innovation. Changes in technologies and tools for management of innovations in the oil and gas complex. Neftegaz RU 2020, 6, 16–27.

53. OffcialWebsite of Gazprom Neft Company. Available online: https://www.gazprom-neft.ru (accessed on 20 August 2020).

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0