

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПРОЕКТОВ В АРКТИКЕ: ВЫЗОВЫ ДЛЯ НАУКИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ

TECHNOLOGICAL SUPPORT OF THE ARCTIC PROJECTS: CHALLENGES FOR SCIENCE AND INDUSTRY



Фадеев А. М.

Доктор экономических наук, главный научный сотрудник Института экономических проблем им. Г. П. Лузина ФИЦ КНЦ РАН, профессор Высшей школы управления и бизнеса Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, эксперт Российского газового общества, e-mail: alexfadeev79@gmail.com

Fadeev A. M.

Doctor of Economic Sciences, PORA Expert, Chief Researcher, Institute of Economic Problems named after G.P. Luzin, Kola Science Center of Russian Academy of Sciences, Professor, Higher School of Management and Business, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Expert of Russian Gas Society, e-mail: alexfadeev79@gmail.com



Лисунова Е. М.

Инженер-исследователь, Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина ФИЦ КНЦ РАН

Lisunova E. M

Research Engineer, Institute of Economic Problems named after G. P. Luzin, Kola Science Center of Russian Academy of Sciences

Аннотация. Авторами рассматриваются инновационные подходы к освоению морских углеводородных месторождений Арктики: в настоящее время нефтегазовый комплекс перестал быть простым в технологическом отношении — освоение месторождений требует от науки и производства создания целого ряда принципиально новых технических средств, а технологии освоения по своей сложности сопоставимы с технологиями освоения космоса и нанотехнологиями.

В настоящее время в профессиональном словаре исследователей Арктики появились такие понятия как «интеллектуальное месторождение» и «интеллектуальная скважина», во многом отражающие инновационность и технологичность проектов по добыче углеводородов на шельфе.

Наряду с этим, именно деятельность нефтегазового комплекса полностью соответствует государственной задаче по переходу на инновационный путь развития.

Annotation. The authors consider innovative approaches to the development of offshore hydrocarbon fields in the Arctic: at present, the oil and gas complex has ceased to be technologically simple - the development of fields requires science and production to create a whole range of fundamentally new technical means, and development technologies, in terms of their complexity, are comparable to technologies space exploration and nanotechnology. Currently, such concepts as “smart field” and “smart well” have appeared in the professional vocabulary of Arctic researchers, largely reflecting the innovativeness and manufacturability of projects for the production of hydrocarbons on the shelf.

Along with this, it is the activity of the oil and gas complex that fully corresponds to the state task of transitioning to an innovative path of development.

Ключевые слова: Арктика, инновации, природопользование, шельф, углеводородные ресурсы.

Key words: Arctic, innovations, nature management, shelf, hydrocarbon resources.

Введение

В настоящее время, многие энергетические корпорации взяли курс на цифровизацию своей деятельности: создаются цифровые двойники, геологические решения принимаются на основе цифровой интерпретации множества получаемых данных, на месторождениях работают беспилотные летательные аппараты, роботизированные буровые установки и подводные добычные комплексы, обеспечивающие добычу нефти и газа без непосредственного присутствия человека.

1. Международное сотрудничество в сфере добычи углеводородных ресурсов

Одним из наглядных примеров роста технологичности ос-

Рисунок 1. Максимальные глубины моря, на которых осуществляется бурение скважин [1].



воения месторождений является постоянное увеличение глубин, на которых энергетические компании строят скважины для добычи углеводородов на шельфе (рис. 1).

Технологичность и инновационность решений в нефтегазовой отрасли по-настоящему впечатляют. Сегодня строительство скважин осуществляется не только на впечатляющих глубинах под

Рисунок 2. Скважина, пробуренная на месторождении Тролль, в масштабе Москвы [1]



водой, но и на суше — с совершенством горизонтальных отводов на километры (!), позволяя максимально эффективно извлекать углеводородные ресурсы (рис. 2).

При освоении углеводородных месторождений в Арктике операторы сталкиваются с целым рядом экологических вызовов, основные из которых можно сформулировать следующим образом:

- Суровые климатические условия и удалённость;
- Безопасность объектов добычи углеводородов в Арктике;
- Предотвращение потенциальных разливов нефти;
- Сохранение и преумножение биологического разнообразия;
- Поддержка чувствительной экосистемы арктической зоны.

При этом следует учитывать дополнительные угрозы и риски: вызовы, связанные с конфликтами национальных интересов циркумполярных стран и регионов; геополитику мировых держав и

их интеграционных и военно-политических союзов, стоящие за ними экономические и военно-политические интересы; расширение спектра претензий на участие в «арктическом пироге» стран, не имеющих выхода к арктическим территориям и морям; расширение и обострение глобальной конкуренции транснациональных капиталов и корпораций за богатства арктических шельфов. [2]

Вопросы технологической обеспеченности для реализации проектов в Арктике стоят особенно остро. Наряду с этим, важно учитывать высокую неоднородность акваторий в Арктике: если Баренцево-Карский регион характеризуется относительно благоприятными условиями для проведения геологоразведочных и добычных работ (благодаря теплоте течения Гольфстрим), то акватории восточной Арктики характеризуются экстремальными природно-климатическими условиями.

Такие различия обуславливают различные технологические подходы к освоению месторождений (табл. 1).

2. Северные и арктические шельфовые проекты России (на примере ПАО «Газпром нефть»)

В Российской Федерации освоение арктического шельфа вступило в фазу промышленного освоения. На текущий момент на арктическом шельфе существует пока единственный проект по промышленной добыче нефти — проект «Приразломное», запущенный в конце 2013 года. На текущий момент, на Приразломном месторождении добыто более 15 млн. тонн нефти, доставленной к рынкам сбыта.

В соответствии с действующим законодательством, операторами проектов на шельфе российской Арктики могут быть только две государственные компании — ПАО «Газпром» и ПАН «НК «Роснефть» и их дочерние общества.

ПАО «Газпром нефть», являясь 100 % дочерним обществом ПАО «Газпром», владеет лицензией на разработку Приразломного нефтяного месторождения и ряда других проектов, находящихся на стадии геологоразведки (рис.3).

Таблица 1. Наличие российских технологий разведки и разработки морских арктических месторождений (примеры) [2].








УСЛОВИЯ	РАЙОН	ТЕХНОЛОГИИ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ		
Значительный период чистой воды, тонкий однолетний лёд, возможен приход айсбергов. Любая глубина воды.	Южная часть Баренцева моря	Существуют проверенные на практике технологии разведки и разработки (плавучие буровые установки, подводное обустройство, стационарные платформы)	 Полупогружная буровая установка «Северное сияние»	 Обустройство Киринского месторождения
Любые ледовые условия. Глубина воды менее 20 м.	Прибрежная зона Печорского моря. Губы и заливы южной части Карского моря	Существуют проверенные на практике технологии разведки и разработки (искусственные ледовые и гравийные острова, стационарные ледостойкие платформы, бурение с большим отходом с берега)	 Строительство зимников и ледовых островов для бурения в Арктике	 Юрхаровское месторождение, Тазовская губа
Период чистой воды более двух месяцев, лёд в основном однолетний, но возможно наличие многолетнего льда и айсбергов. Глубина воды менее 60 м.	Печорское море. Южная часть Карского моря	Существуют проверенные на практике технологии разведки с использованием винтеризированных самоподъёмных буровых установок в период чистой воды и обустройства месторождений с помощью стационарных ледостойких платформ	 Самоподъёмная буровая установка «Арктическая»	 Морская ледостойкая платформа «Приразломная»
Период чистой воды более двух месяцев, в основном однолетний лёд, но возможно наличие многолетнего льда и айсбергов. Глубина воды более 60 м.	Северная часть Баренцева моря. Центральная часть Карского моря	Существует проверенная на практике технология разведочных работ с использованием винтеризированных плавучих буровых установок и судов, в том числе с использованием систем управления ледовой обстановкой. Технологии разработки находятся в стадии инновационного развития	 Буровое судно «Валентин Шашин»	
Период чистой воды менее двух месяцев, лёд однолетний и многолетний, айсберги. Глубина воды более 60 м.	Северная часть Карского моря	Проверенные на практике технологии разведки и разработки отсутствуют. Ведётся успешная разработка российских автономных подводных буровых комплексов	 Подводные буровые комплексы	

Рисунок 3. Карта шельфовых проектов компании ПАО «Газпром нефть» [3].



го содержания парафина, тяжёлая арктическая нефть хорошо транспортируется и содержит большое количество фракций, используемых для производства масел. Относительно тяжёлая по сравнению с обычной российской экспортной нефтью и другими сортами европейского региона, нефть ARCO хорошо подходит для глубокой переработки на сложных НПЗ северо-западной Европы.

Компания является пионером в освоении недр Арктики, проводя системную работу по многовекторному освоению шельфа. Именно «Газпром нефти» принадлежат крупные открытия на шельфе Сахалина в 2017-2018 гг. — месторождения «Нептун» и «Тритон», которые, по совокупному объёму геологических запасов сопоставимы с годовой добычей нефти в России.

в рамках которого осуществляет промышленная добыча нефти. Нефть добывается при помощи морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) гравитационного типа, имеющей одноименное с месторождением название — «Приразломная» (рис. 4).

Важно, что в рамках реализации проекта «Приразломное», Российская Федерация сумела нарастить не только уникальные компетенции в вопросах промышленной добычи углеводородов на арктическом шельфе, но и получить уникальный опыт транспортировки углеводородов во

Важным будет отметить, что условия проведения геологоразведочных работ (ГРП), приведших к открытию данных месторождений, сопоставимы с арктическими: до 6 месяцев в году в районе месторождений могут наблюдаться паковые льды, шквалистый ветер и сильное волнение моря. Данные обстоятельства расширяют компетенции компании по разработке месторождений, находящихся в суровых климатических условиях. В этом смысле, накопленные компетенции компании в разработке арктических месторождений были успешно спроецированы на шельф Сахалина, позволив реализовать проекты точно в срок и без происшествий.

Рисунок 4. Проект «Приразломное» [3].



«Приразломное» — единственное на сегодняшний день месторождение на арктическом шельфе России, разработка которого уже начата. Нефть нового российского сорта получила название Arctic Oil (ARCO) и впервые была отгружена с Приразломного в апреле 2014 года.

льдах. Ведь подобных условий по промышленной добыче углеводородов, на текущий момент, нет нигде в мире.

Безусловно, флагманом в освоении месторождений арктического шельфа России является проект «Приразломное». На текущий момент, как отмечалось, это единственный проект на шельфе российской Арктики,

Преимущества нефти ARCO по сравнению с другими сортами — высокое содержание битумов и низкий показатель коксового остатка. Также за счёт низко-

Компания «Газпром нефть» сумела не только организовать добычу нефти в сложнейших климатических условиях, но и создать круглогодичную транспортно-логистическую схему вывоза углеводородов с месторождения, а также доставки персонала на объект добычи и его ротации (рис. 5).

Рисунок 5. Транспортно-логистическая схема в рамках проекта «Приразломное» [3].



3. Обеспечение производства при реализации проектов в Арктике

Говоря о логистике в Арктике, отдельного внимания заслуживают вопросы, касающиеся обеспечения производства. Приступая к реализации проекта, операторы проектов с первого дня должны понимать, какими типами буровых установок будут строиться скважины, на каких видах судов будут вывозиться буровые отходы и добытые углеводороды, каким образом и на каких технических средствах будет осуществляться доставка и ротация персонала на объекты разведки и добычи, где будет располагаться база производственного обеспечения и т.д. Особого внимания заслуживают тактико-технические характеристики транспортных средств, которые будут задействованы в арктических проектах: все они должны иметь запас надёжности и прочности для работы в суровых климатических условиях Арктики, иметь самое современное оборудование, гарантирующее сохранение жизни и здоровья работающему персоналу, а также исключаящее любое потенциальное негативное воздействие на окружающую среду.

Иными словами, логистика в Арктике – это не просто перемещение грузов из пункта «А» в

пункт «Б». Это современная интегрированная модель обеспечения сложнейших инженерных задач по проведению геологоразведочных работ и последующей эффективной и безопасной эксплуатации месторождений (рис. 6).

Рисунок 6. Обеспечение производства на шельфе.



Одним из важнейших элементов любого шельфового проекта является офшорная (шельфовая) авиация. Речь идёт, прежде всего о вертолётах. На них по стандартам отрасли осуществляется достав-

ка и ротация персонала на объекты морской геологоразведки и добычи углеводородных ресурсов (рис. 7).

К таким вертолётам предъявляется целый ряд особых технологических требований, среди которых: увеличенная загрузка и дальность полёта, надёжность и мощность двигателей, наличие системы защиты от обледенения, ударопрочная конструкция, современный пилотажно-навигационный комплекс, ударопоглощающие кресла пилотов и пассажиров, взрывозащищённая топливная система и баки, наличие системы аварийного приводнения и аварийно-спасательного оборудования, увеличенное количество аварийных выходов.

Учитывая, что освоение шельфа в Российской Федерации только начинается, наличие эффективной арктической офшорной авиации является одним из существенных вызовов, тре-

Рисунок 7. Офшорная (шельфовая) авиация: многофункциональный вертолёт.



бующих незамедлительного решения.

Стоит отметить, что пилотные образцы российской офшорной техники уже есть. В настоящее время активно действуют программы импортозамещения, позволяющие создавать российские образцы техники для освоения месторождений, однако в массовое производство такие вертолёты пока не поступили (рис. 8).

Рисунок 8. Российская вертолётная техника, потенциально применимая для работы на шельфовых проектах Арктики.



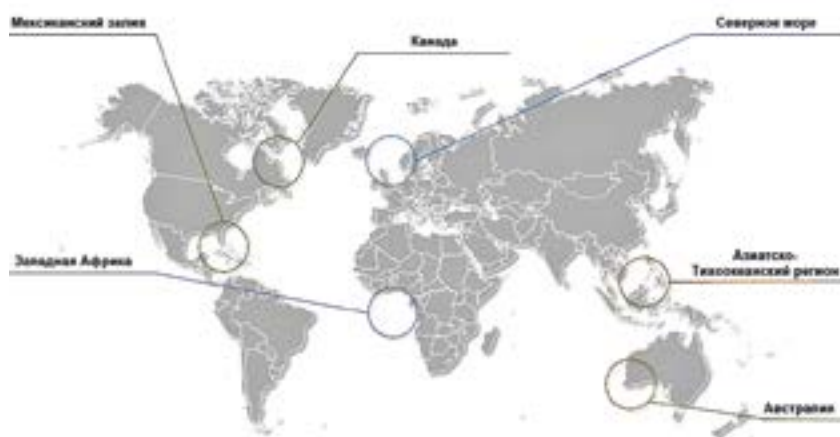
Учитывая удалённость многих крупных месторождений от береговой линии, одним из ключевых требований, предъявляемых к шельфовой авиации, является дальность полёта, которую вертолёт способен выполнить без дозаправки керосином (максимальный радиус полёта в стандартной конфигурации, км). Так, удалённость от берега одного из самых перспективных с точки зрения запасов углеводородов Штокмановского газоконденсатного месторождения составляет почти 650 км. Среди рассматриваемых типов вертолётов только два потенциально полезны в таких обстоятельствах: «Ми-171А2» и «Ми-38». Способность преодолеть вертолётами такое расстояние принципиально важно с точки зрения конкурентоспособности шельфовых проектов. В случае, если техника не имеет такой дальности полёта, необходимо рассматривать включение в

транспортно-логистическую схему проекта промежуточной платформы для дозаправки вертолётов, стоимость строительства и установки которой может составлять от нескольких сот миллионов до миллиарда долларов.

Принимая во внимание специфику изготовления шельфовой авиации и предъявления целого ряда требований к вертолётам, эксплуатируемым при разведке и добыче на шельфе, количество та-

ких вертолётов не является значительным. Основные регионы эксплуатации подобных вертолётов представлены на рис. 9.

Рисунок 9. Основные регионы использования западных офшорных вертолётов.



Безусловно, наибольший интерес для России представляет опыт эксплуатации вертолётов в суровых климатических условиях, таких как в Канаде, а также в стра-

нах, эксплуатирующих шельфовую авиацию на месторождениях Северного моря. Именно в этих регионах, эксплуатация техники происходит в наиболее сложных климатических условиях.

Стоит отметить, что идея создания эффективно работающей морской техники существует уже не первое десятилетие. Инженеры работают над созданием высокотехнологичных аппаратов, способных максимально быстро преодолевать километры на морском пространстве, безопасно доставляя людей и небольшие грузы на месторождения. Так, одним из таких примеров может служить создание так называемых конвертопланов — своего рода гибридов самолетов и вертолётов, способных взлетать «по-вертолётному», затем лететь «по-самолётному», и, непосредственно перед посадкой, благодаря ротации двигателей, совершить посадку вновь «по-вертолётному». Преимущества такой техники очевидны: они позволяют быстро преодолевать расстояния и совершать посадки на объектах, обладающих сравнительно малой площадью, в море.

Так, компания AgustaWestland представила концепт конвертоплана AW-609, способного развивать крейсерскую скорость до 500 км/ч с радиусом полёта — 800

км. Примечательно, что данный летательный аппарат имеет меньшие массогабаритные характеристики, чем распространённый российский вертолёт «Ми-8», что расширяет возможность его посадки на буровые установки различных типов.

Другой авиапроизводитель, компания Boeing, представила летательный аппарат Bell-Boeing MV-22B Osprey. Данный конвертоплан способен развивать крейсерскую скорость на уровне 490 км/ч, и также имеет радиус полёта равным 800 км и соответствует габаритным размерам «Ми-8» (рис. 10).

Рисунок 10. Конвертопланы – перспективные типы летательных аппаратов для освоения шельфовых месторождений (AW-609 – справа и Bell-Boeing MV-22B Osprey – слева).



Важнейшим элементом интегрированной системы обеспечения проектов в Арктике является флот обеспечения, состоящий из различных судов. Функциональные требования к флоту обеспечения, накладываемые спецификой работы в регионах проведения ГРП и выполняемыми задачами, заключаются в следующем: высокий ледовый класс, высокая автономность работы, вместительная грузовая палуба, наличие танков для перевозки сухих смесей, товарного топлива и жидких отходов, а также нефтесодержащих вод, современное крановое вооружение; наличие системы динамического позиционирования не ниже уровня «DP2»; средства пожаротушения; высокая пассажироместимость; достаточное тяговое усилие буксировочной лебедки; наличие функции заводки и подрыва якорей; возможность обе-

спечения управления ледовой обстановкой; наличие вертолётной палубы; наличие станции заправки вертолёта и топливных танков для авиатоплива.

Заключение

Освоение морских углеводородных месторождений – крайне наукоёмкая и высокотехнологичная деятельность человека. Без преувеличения, освоение месторождений в Арктике сопоставимо по своей сложности с освоением космоса. Беспилотные летательные аппараты, роботы, подводные добычные комплексы, цифровые двойники – всё это стало неотъ-

Особенность разработки месторождений на российском шельфе Арктики – сложнейшие климатические условия, недостаток инфраструктуры и отсутствие достаточного количества реализации подобных проектов.

Долгое время освоение Арктики требовало от наших сограждан самопожертвования и героизма. Сегодня, в начале нового тысячелетия Россия стоит на пороге новых реалий, в которых Арктика воспринимается уже не только как место подвига, но и как перспективная экономическая территория.

При правильно организованной работе добывать углеводороды в Арктике можно не только эффективным, но и безопасным способом.

емлемой частью работы нефтегазового комплекса в Арктике.

Не будет преувеличением сказать, что природные ресурсы Арктики – это важнейшая составляющая энергетической безопасности нашей Родины.

Литература

1. РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина. URL: <https://www.gubkin.ru>
2. Сошнева И. О. Ресурсы Арктики и возможности их разработки // Арктика: экология и экономика. 2015. № 4 (20).
3. ПАО «Газпром нефть». URL: www.gazprom-neft.ru

Literature

1. Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I. M. Gubkin. URL: <https://www.gubkin.ru>
2. Sochneva I. O. Arctic resources and opportunities for their development // Arctic: ecology and economics. 2015. No. 4 (20).
3. PJSC Gazprom Neft. URL: www.gazprom-neft.ru