

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 338.28

ББК 65.305.14

<https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-4-6-16>



Управление инновациями в нефтегазовой отрасли на примере деятельности АО «Инжиниринговый центр “Кронштадт”»

Спиридонов А.А.¹, Фадеев А.М.²

¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа производственного менеджмента, г. Санкт-Петербург, Россия

² Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина ФБГУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия

✉ ispbandrei@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты управления интеллектуальной собственностью в нефтегазовой отрасли, направленной на обеспечение технологического суверенитета. В исследовании проводится анализ процесса управления инновациями на примере технологии сжижения природного газа «Арктический каскад», а также изучается накопленный опыт внедрения инноваций на примере АО «Инжиниринговый центр “Кронштадт”». В исследовании представлена схема управленческого воздействия на формирование инновационной среды в нефтегазовой отрасли, а также изучен практический опыт патентования инновационных технологий.

Ключевые слова: инновации, интеллектуальная собственность, арктический каскад, нефтегазовая отрасль, СПГ

Конфликт интересов: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Спиридонов А.А., Фадеев А.М. Управление инновациями в нефтегазовой отрасли на примере деятельности АО «Инжиниринговый центр “Кронштадт”». *Арктика и инновации*. 2024;2(4):6–16. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-4-6-16>

Innovation management in the oil and gas industry on the example of JSC Kronstadt Engineering Center

Andrei A. Spiridonov¹, Alexey M. Fadeev²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politekhnicheskaya Str., St. Petersburg, Russia

² Lusin Institute for Economic Studies, Kola Science Center (IES KSC RAS), Apatity, Russia

✉ ispbandrei@gmail.com

Abstract. This article examines the key aspects of intellectual property management in the oil and gas industry aimed at ensuring technological sovereignty. The study analyzes the innovation management process using the example of the Arctic Cascade natural gas liquefaction technology and the accumulated experience of innovation implementation using the example of JSC Kronstadt Engineering Center. The study presents a scheme of managerial influence on the formation of an innovative environment in the oil and gas industry, as well as the practical experience of patenting innovative technology.

Keywords: innovation, intellectual property, Arctic cascade, oil and gas industry, LNG

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Spiridonov A.A., Fadeev A.M. Innovation management in the oil and gas industry on the example of JSC Kronstadt Engineering Center. *Arctic and Innovations*. 2024;2(4):6–16. <https://doi.org/10.21443/3034-1434-2024-2-4-6-16>

Введение

На сегодня нефтегазовая отрасль является одной из наиболее требовательных с точки зрения технологического оснащения и использования современных технологий. Успешное развитие отрасли в долгосрочной перспективе зависит от степени инновационного развития и внедрения передовых технологических операций. На стратегическом горизонте планирования технологическое развитие позволит повысить уровень производительности труда, снизить себестоимость продукции и увеличить потенциальный объем выпускаемой продукции.

В современных реалиях ключевым вектором инновационного развития российской нефтегазовой отрасли является применение инновационных технологий, а также модернизация производств. Следует отметить, что инновации в нефтегазовой отрасли направлены не только на увеличение объема добычи углеводородных ресурсов в ходе эксплуатации месторождений. Обеспечение безопасности технологических операций является еще одним важным приоритетом. Существует потребность в новых способах контроля целостности материалов, технического обслуживания и ремонта.

По мере развития отрасли инновации для обеспечения безопасности и корректной эксплуатации становятся все более актуальными. Например, цифровые технологии позволяют компаниям нефтегазовой отрасли проводить профилактическое техническое обслуживание оборудования, выполнять испытания с использованием специальной разработанных моделей, а также осуществлять разработку интеллектуальных нефтяных месторождений, что повышает рентабельность добываемых баррелей.

На инновационное развитие российского нефтегазового комплекса оказывает большое влияние макроэкономическая обстановка. На протяжении длительного периода реализация энергетических проектов в Арктике сопровождалась активным участием зарубежных партнеров в виде поставок оборудования, технологических компонентов, программного обеспечения и т. д. [1].

Введение секторальных ограничений существенно ограничило объем зарубежных поставок и вынужденно стало драйвером развития независимой технологической политики во многих промышленных сегментах, в том числе и в нефтегазовой отрасли. За последние годы в рамках трехстороннего взаимодействия государства, промышленности и науки созданы различные технологические решения, активно применяемые на практике. Ведется постоянный процесс разработки и внедрения инноваций, успешно применяемых в производственной деятельности.

Нефтегазовый комплекс является очень требовательной областью с точки зрения технологического оснащения. Успешная реализация энергетических процессов, связанных с добычей, переработкой и транспортировкой углеводородов является надежным индикатором хорошо построенных и современных производственных процессов в отрасли.

Современное функционирование сложнейших производственных комплексов в суровых климатических условиях демонстрирует способность российской промышленности создавать эффективное и безопасное оборудование. Данный аспект тесно связан с вопросом импортозамещения, так

как в сложившихся условиях потребность в создании отечественных инновационных решений перманентно возрастает [2].

Российская нефтегазовая отрасль — один из ключевых сегментов применения технологий самого разного уровня. Уровень развития нефтегазового комплекса прямо и косвенно влияет на другие отрасли экономики, так как нефтегазовая продукция обеспечивает функционирование многих предприятий различного профиля деятельности. В России развитие нефтегазовой отрасли преимущественно осуществляется силами коммерческих организаций, которые владеют правами пользования отдельными месторождений для извлечения ресурсов и их дальнейшей переработки.

Особое внимание инновационному развитию нефтегазовой отрасли уделяется в рамках реализации арктических проектов, количество которых увеличивается с каждым годом в связи с большими запасами нефти и газа на территории Арктики. При этом природно-климатические особенности Арктики предъявляют чрезвычайно высокие требования к технологическому оснащению компаний, осуществляющих производственную деятельность [3].

В то же время арктические природно-климатические условия являются уникальной возможностью для реализации сложных технологически емких проектов. В частности, отрицательные температуры воздуха в Арктике используются в рамках технологического процесса по сжижению природного газа. Данная технология называется «Арктический каскад» и запатентована компанией «Новатэк». Успешное внедрение данной технологии в производственный цикл демонстрирует наличие уникальных инновационных возможностей в Арктике.

Актуальность данного исследования связана с большим количеством теоретических и практических аспектов управления инновациями в нефтегазовой отрасли и необходимостью их применения на практике.

Целью данного исследования является анализ процесса управления инновациями в нефтегазовой отрасли на примере инновационной технологии сжижения природного газа «Арктический каскад».

Задачами исследования являются:

- анализ ключевых аспектов управления интеллектуальной собственностью;
- определение схемы управленческого воздействия на формирование инновационной среды в нефтегазовой отрасли;
- изучение практического опыта патентования технологии «Арктический каскад».

Результаты исследования

Теоретический блок

Управление интеллектуальной деятельностью организации является важнейшим элементом стратегического развития, а также получения и удержания конкурентных преимуществ на стратегическом горизонте. В современных условиях управление интеллектуальной деятельностью является основой для внедрения инноваций и успешного развития. В данном случае объектом управления выступают результаты интеллектуальной деятельности.

В современных условиях развития экономики интеллектуальная собственность становится одним из наиболее ценных активов для большинства организаций в разных сферах деятельности. Термин «интеллектуальная собственность» отражает идею о том, что объект интеллектуальной собственности является продуктом разума или интеллекта и что права на интеллектуальную собственность могут быть защищены законом таким же образом, как и любая другая форма собственности. Наличие сопутствующих интеллектуальных прав является необходимым условием для лучшей идентификации, планирования, коммерциализации, визуализации и, следовательно, защиты изобретений или творческого потенциала.

Формирование охраняемого законом интеллектуального капитала приобрело важное значение в условиях меняющейся торговой среды, которая характеризуется глобальной конкуренцией, высокими инновационными рисками и коротким производственным циклом. На сегодня интеллектуальную собственность можно считать одним из ключевых элементов рыночной экономики, поскольку в процессе ее развития происходит интеграция отношений собственности и результатов интеллектуального труда высококвалифицированных сотрудников.

Управление интеллектуальной деятельностью является сложным комплексным процессом, состоящим из нескольких последовательных этапов: идентификация, контроль, обработка информации. К ключевым аспектам управления интеллектуальной собственностью относятся:

- поиск и выявление объектов интеллектуальной собственности;
- приобретение прав на использование объектов интеллектуальной собственности;
- создание системы учета объектов интеллектуальной собственности;
- охрана объектов интеллектуальной собственности.
- Объекты интеллектуальной собственности подлежат защите на законном основании. В отдельных случаях права на объекты интеллектуальной собственности могут быть обеспечены автоматически, а в некоторых необходимо пройти процедуру регистрации. В ряде ситуаций регистрация права может стать дополнительным источником монетизации для компании (например, товарный знак).

В условном материальном воплощении результаты интеллектуальной деятельности становятся объектами интеллектуальной собственности — нематериальными активами хозяйствующих субъектов. Высокая ценность объектов интеллектуальной собственности обусловлена усилением цифровой трансформация и активным использованием результатов интеллектуальной деятельности при производстве товаров и услуг. Интеллектуальная собственность способствует прогрессу и инновациям в различных отраслях.

На сегодня управление интеллектуальной собственностью организации напрямую связано с обеспечением инновационного процесса как в отдельной организации, так и в отрасли в целом. В рамках данной работы отдельно рассматривается управление инновациями в нефтегазовой отрасли. Важно помнить о том, что инновационное развитие нефтегазовой отрасли зависит от грамотного управления экономическими и технологическими процессами, происходящими в ней.

В связи с возрастающим спросом на нефть и газ в условиях экологических и ресурсных ограничений Россия фокусирует внимание на инновационном развитии нефтегазового комплекса, чтобы удовлетворить внутрен-

нюю потребность в углеводородных ресурсах, а также стабилизировать их поставки на внешние рынки. Благодаря успеху этой политики в нефтегазовом секторе возникает необходимость создания принципиально новых систем управления, базирующихся на государственном управлении ключевыми активами для поддержания инновационной активности отрасли в целом [4].

На сегодня нефтегазовая отрасль предъявляет крайне высокие требования к внедрению инноваций. Наличие современных технологий обуславливает саму возможность реализации энергетических проектов. Под технологиями в данном случае можно понимать совокупность коллективных научно-технических знаний, а также инструменты их обработки, доступные предприятиям отрасли.

Для гармоничного развития технологической оснащенности в нефтегазовом комплексе необходимо формирование инновационной среды, объединяющей природные и технические компоненты, связанные с использованием инновационного ресурса. Среди ключевых факторов формирования инновационной среды принято выделять следующие:

- целеполагание предприятий в отрасли;
- степень вовлеченности предприятий в инновационное развитие;
- объем вкладываемых инвестиций на инновации;
- взаимодействие с органами власти и т. д. [5].

Сочетание вышеуказанных факторов обеспечивает создание полноценной инновационной среды, в которой формируются предпосылки для появления объектов интеллектуальной собственности. Схема формирования инновационной среды в нефтегазовой отрасли может быть представлена следующим образом в виде схемы (рис. 1).

На сегодня в нефтегазовой отрасли постепенно увеличивается спрос на природный газ со стороны конечных потребителей. По этой причине возникает потребность во внедрении технологических инноваций, позволяющих увеличить объемы производства природного газа. По причине постепенной исчерпаемости ресурсов на доступных месторождениях все больше внимания уделяется сложным технологически емким

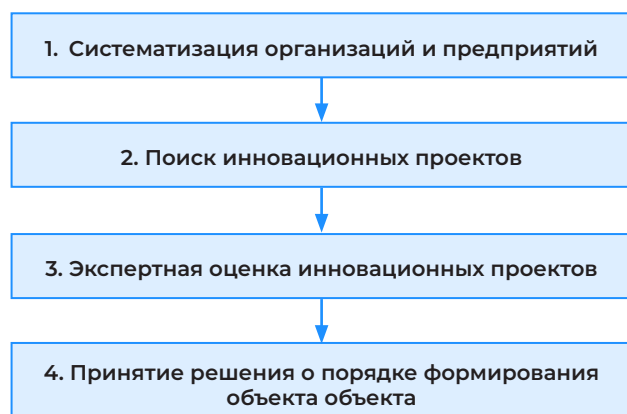


Рис. 1. Схема формирования инновационной среды в нефтегазовой отрасли

Fig. 1. Scheme of formation of an innovative environment in the oil and gas industry

проектам по добыче природного газа (в т. ч. на территории Арктики). Подобные проекты имеют стратегическое значение для обеспечения ресурсной базы российских и зарубежных нефтегазовых компаний [6].

В настоящее время в российской нефтегазовой отрасли можно выделить ключевые направления разработки новых технологий: поиск новых месторождений, глубинная добыча, транспортировка и переработка. Особое внимание уделяется созданию технологий, направленных на создание принципиально новых и совершенствованию существующих методов оценки ресурсов и запасов углеводородов.

На текущем этапе развития в нефтеперерабатывающем сегменте существует потребность в сложном высокотехнологичном оборудовании, которое способно функционировать в суровых климатических условиях. Данная задача является частью программы реализации импортонезависимости, которая направлена на массовое внедрение российских технологических решений и снижение зависимости отечественного рынка от зарубежных поставщиков.

Несмотря на сложность реализации программы импортонезависимости, Россия имеет потенциал формирования технологического суверенитета и проведения собственной независимой технологической политики. Так, российской промышленностью уже были достигнуты промежуточные результаты, позволяющие прогнозировать дальнейшее успешное развитие в сфере импортонезависимости [7].

Так, в 2023 году был создан АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»» (ИЦК), который изначально был задуман как центр по производству запасных частей к зарубежному оборудованию, которое в настоящее время не поставляется в Россию. В течение короткого времени данный центр не только сумел решить ряд сложных инженерно-технических задач, связанных с ремонтом высокотехнологичного оборудования, но и стал центром компетенции по вопросам выпуска оборудования для нефтегазовой отрасли.

В настоящее время сферой деятельности АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»» являются производство запасных частей для иностранного оборудования, эксплуатацию на российских проектах, сервис и ремонт иностранного оборудования, производство отечественного оборудования взамен иностранного. В настоящее время клиентами ИЦК являются более 40 компаний, представляющих российский топливно-энергетический комплекс, разработано более 25 000 комплектов конструкторской документации, более 14 000 деталей и комплектующих произведено и поставлено для работы оборудования на проектах.

В ИЦК создано четыре профильных центра: центр по ремонту и обслуживанию зарубежных газотурбинных установок, центр по обслуживанию роторных управляемых систем, произведенных в КНР, центр по ремонту и обслуживанию центробежного оборудования, а также центр по ремонту и обслуживанию поршневого оборудования. За короткий промежуток времени специалистами ИЦК освоены подходы не только к ремонту турбин иностранного производства, но и налажен выпуск как деталей таких установок, так и комплексного производства турбин в целом.

Прикладной блок

Отдельного внимания в контексте управления инновациями заслуживает область производства сжиженного природного газа, в рамках которого происходит процесс экстремального охлаждения природного газа до температуры -162°C . В результате создается сжиженный природный газ (СПГ), представляющий собой жидкость, плотность которой в два раза меньше плотности воды. Технология активно применяется в современной нефтегазовой промышлен-

ности во многих странах мира. Отрасль СПГ активно развивается и масштабируется за счет увеличения спроса и доступного предложения на рынке [8].

Сегодня нефтегазовые компании используют новые технологии производства СПГ благодаря полученным недавно патентам для инноваций и совершенствования своего бизнеса. Последние патенты включают способы транспортировки криогенного топлива, регуляторы для криогенных резервуаров, съемные криостаты, устройства для наполнения криогенных резервуаров и гофрированные листы для контейнеров для хранения.

Указанные технологии повышают эффективность обработки и хранения СПГ, обеспечивая безопасность процессов. Например, съемный криостат обеспечивает теплоизоляцию и превосходный тепловой контакт, а комбинированный регулятор обеспечивает точное регулирование давления. Приобретая эти патенты, компании могут воспользоваться расширенными возможностями в области транспортировки, хранения и утилизации СПГ, что приведет к повышению эффективности и надежности их операций по сжижению природного газа [9].

На сегодня в нефтегазовой отрасли большинство крупных инновационных проектов запускается на территории Арктики. Данное обстоятельство обусловлено сосредоточением большого количества запасов энергетических ресурсов на данной территории. Большинство крупных месторождений, позволяющих осуществлять добычу нефти и газа, находится именно в Арктике.

В российской части Арктики известно более 40 углеводородных месторождений, обладающих огромными запасами газа. По оценкам экспертов в российской Арктике сосредоточено примерно 25 % от общего объема мирового запаса природного газа. И это только изведенная часть Арктики. По прогнозам, 60 % планируемой добычи нефти и газа в 2035 году будет осуществляться из месторождений, которых еще вообще нет на карте. Поэтому реализация энергетических проектов в Арктике — не просто одно из направлений деятельности, это объективная необходимость.

В то же время Арктика предъявляет чрезвычайно высокие требования технологиче-

скому оснащению компаний, осуществляющих свою производственную деятельность на данной территории. Работа в Арктике осуществляется в условиях заморозков, сильного ветра, плохой видимости и др. Подобные условия формируют повышенные требования к вложениям в технологическую составляющую промышленных объектов.

Сегодняшнее освоение Арктики невозможно без применения инновационных технологий. Долгое время потребность в технологиях обеспечивали западные компании, предоставляющие права использования собственных разработок на различных условиях. Однако с введением санкций возможности международного сотрудничества существенно сократились и возникла необходимость создания российских технологических решений.

Значимость программы импортонезависимости неоднократно подчеркивалась на самом высоком уровне, поскольку мы видим уязвимость экономики, ориентированной на импортные технологии. По этой причине в течение нескольких лет осуществляется планомерная разработка и внедрение мер, направленных на локализацию производств по выпуску оборудования, выполнение работ и оказание услуг российскими поставщиками.

Помимо очевидных сложностей, климатические условия Арктики в ряде случаев способствуют внедрению и развитию инноваций. Например, в рамках четвертой линии проекта «Ямал СПГ» была применена передовая технология «Арктический каскад», которая имеет потенциал к масштабированию и может применена при реализации аналогичных проектов.

Классическая схема сжижения природного газа предполагает трехэтапную прокачку газа под давлением с применением хладагентов с целью последовательного охлаждения до температуры -162°C . Охлаждаясь, газ конденсируется и поступает в сепаратор (схема сжижения природного газа представлена далее на рис. 2).

Данная схема имеет ряд недостатков. На каждом из этапов требуется эксплуатация дополнительных теплообменников, насосов и турбин, что существенно увеличивает се-

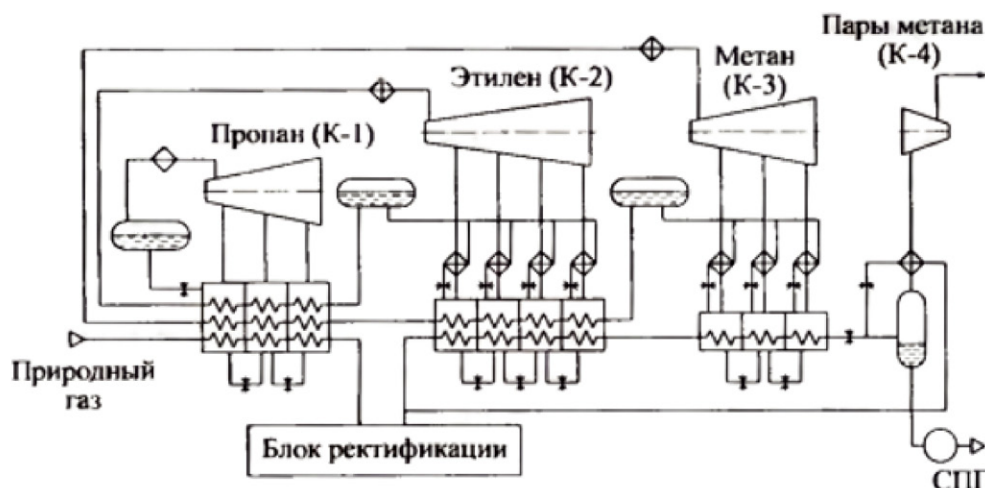


Рис. 2. Классическая схема установки сжижения природного газа с классическим каскадным циклом [10]

Fig. 2. Classic scheme of a natural gas liquefaction plant with a classic cascade cycle [10]

бестоимость всего производственного процесса. Высокая себестоимость увеличивает конечную цену создаваемого продукта, что неблагоприятно сказывается на рыночных позициях компаний производителей. При этом следует учитывать и без того крайне высокие капитальные и операционные затраты на реализацию подобных проектов (особенно для российских компаний в арктических условиях).

Снижение себестоимости в процессе создания СПГ обеспечивается либо за счет уменьшения количества итераций, либо за счет уменьшения количества используемого охлаждающего оборудования [11]. Текущий уровень развития технологий позволяет сочетать оба варианта и добиться существенного экономического эффекта.

В северных широтах естественная температура воздуха, остающаяся в основном отрицательной на протяжении большей части года, представляет собой очевидный и доступный инструмент для охлаждения природного газа. Эта идея стала основой для разработки инновационной технологии сжижения природного газа под названием «Арктический каскад», которая уже используется в проекте «Ямал СПГ».

Технология представляет собой запатентованную адаптацию специализированного процесса сжижения природного газа, которую компания «Новатэк» приобрела у немецкой компании Linde в рамках лицензионного соглашения. В большинстве случаев лицензии на использование технологии сжижения

приобретаются в комплекте с другими услугами, и лицензиар настаивает на использовании конкретного оборудования, использующего данную технологию. Компания Linde владеет лицензией на процесс охлаждения газа, который применялся на единственном заводе в Норвегии (самом северном в мире до запуска «Ямал СПГ»).

Компания «Новатэк», стремясь к технологической независимости и совершенствованию производственных процессов, начала разработку собственной технологии сжижения природного газа, опираясь на полученную лицензию на немецкую технологию. Разработка «Новатэка» представляет собой не просто копирование, а адаптацию немецкой технологии, учитывая суровые климатические условия Арктики, где «Новатэк» ведет свою основную добычу газа.

Специалисты компании столкнулись с множеством вызовов, таких как низкие температуры, сильные ветры и полярная ночь. Чтобы обеспечить эффективную и надежную работу установки сжижения газа, инженеры «Новатэка» внесли существенные изменения в немецкую технологию, оптимизировав ее для работы в экстремальных условиях. В 2018 году компания «Новатэк» запатентовала адаптированную технологию. В марте 2023 года «Новатэк» получил патент на технологию «Арктический каскад модифицированный». Полученный патент стал наглядным свидетельством активного инновационного процесса в компании, направленного на постоянное совершенствование технологии сжижения природного газа.

Запатентованная технология состоит из двух (в классической схеме предусмотрено три стадии) последовательных стадий охлаждения, осуществляемых с использованием холодного воздуха Арктики и специальных хладагентов (азота и метана). Пройдя эти этапы, природный газ сжижается и направляется в резервуары для хранения [12]. По сравнению с классической технологией «Арктический каскад» имеет множество отличительных особенностей, определяющих преимущества его использования:

- 1) использование холодного окружающего воздуха, что позволяет экономить затраты на приобретение хладагентов;
- 2) использование этана, выделенного естественным путем из природного газа (в классической технологии используется этилен, который отдельно закупается у внешних контрагентов);
- 3) повторное использование оставшегося газа для охлаждения в последующих циклах.

В результате применение технологии «Арктический каскад» позволяет сократить количество производственных этапов, а также объем закупаемых хладагентов. Кроме того, в этой технологии используется единый газотурбинный двигатель и нагнетатель (а не отдельный компрессор для каждого цикла). Эта функция может снизить расчетные затраты на электроэнергию [13]. По оценкам экспертов, эти преимущества использования рассматриваемой технологии обеспечивают снижение стоимости СПГ на 30 % [14].

Данный экономический эффект достигается за счет сокращения объема операционных затрат на стадии эксплуатации. В результате компания-производитель может существенно увеличить сумму извлекаемой прибыли в ходе реализации проекта за счет использования инноваций.

Заключение

В ходе исследования достигнута основная цель — проведен анализ процесса управления инновациями в нефтегазовой отрасли на примере инновационной технологии сжижения природного газа «Арктический каскад». В работе также проанализирова-

ны теоретические и практические аспекты управления инновациями в нефтегазовой отрасли и возможности их применения на практике.

В ходе выполнения данной работы доказан тезис, согласно которому управление интеллектуальной собственностью является важнейшей составляющей инновационного управления, влияющей на экономический рост государства. Инновационные технологии позволяют нефтегазовой отрасли достигать более высоких экономических результатов и реализовывать сложные наукоемкие проекты. Сегодня в Российской Федерации при функционировании различных структур реализуется полноценная программа обеспечения технологического суверенитета. В частности, АО «Инжиниринговый центр «Кронштадт»» представляет собой формирующийся научно-технологический кластер, центр компетенций в достижении целей обеспечения технологического суверенитета и выхода на позиции технологического лидерства. Такая работа требует всесторонней поддержки и развития со стороны как государства, так и самих энергетических компаний.

В прикладной части работы проанализированы отличительные особенности инновационной технологии «Арктический каскад» и их влияние на реализацию проекта в целом. В частности, изучено уникальное сочетание различных способов улучшения процессов охлаждения и сжижения природного газа. Синергетический эффект применения различных методов в рамках единой технологии позволяет достичь снижения себестоимости производства сжиженного природного газа на 30 %. Данный показатель является чрезвычайно высоким для нефтегазовой отрасли. Кроме того, данная инновационная технология существенно повышает локализацию производства всех комплектующих технологических линий в России. Достигнутые результаты могут быть масштабированы и применены в рамках последующих энергетических проектов.

Таким образом, на примере рассмотренной ситуации и внедрения инноваций компаний «Новатэк» доказана высокая значимость современных технологий управления инновациями и интеллектуальной собственностью.

Литература

1. Спиридонов А.А., Фадеева М.Л., Толстых Т.О. Стратегические приоритеты государственной поддержки импортозамещения в промышленности. Экономика промышленности. 2023;16(2):166–175. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-2-166-175>
2. Спиридонов А.А., Фадеев А.М. Развитие нефтегазового комплекса: переход от импортозамещения к импортонезависимости. В: Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сб. тр. Всерос. науч.-практ. и учеб.-метод. конф., Санкт-Петербург, 15–19 мая 2023 г. Часть 2. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС; 2023, с. 608–616.
3. Спиридонов А.А., Фадеев А.М. Стратегическое управление рисками освоения арктических шельфовых месторождений. Экономика промышленности. 2022;15(1):36–48. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-1-36-48>
4. Телегина Е.А., Студеникина Л.А. Инвестиции и инновации в нефтегазовой отрасли: необходимость и потребность энергетического развития. Нефть, газ и бизнес. 2007;(1–2):15–19.
5. Мамонова Ю.С., Иванченко Л.А. Проблемы развития инноваций в нефтегазовой отрасли России. Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2013;2(9):333–334.
6. Фадеев А.М., Череповицын А.Е., Ларичкин Ф.Д. Стратегическое управление нефтегазовым комплексом в Арктике. Апатиты: Кольский научный центр РАН; 2019. <https://doi.org/10.25702/KSC.978.5.91137.407.5>
7. Сохибов А.С. Внедрение экологических инноваций в нефтегазовую отрасль при освоении северных территорий. В: Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность: сб. материалов VI Междунар. молодежной науч.-практ. конф., Стерлитамак, 28 сент. 2023 г. Стерлитамак: Уфимский государственный нефтяной технический университет; 2023, с. 222–224.
8. Стеблянская А.Н., Ванг Д., Разманова С.В. Арктический СПГ России: новые тренды и возможности. Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. 2018;(1):11–18.
9. Баранов А.Ю., Тихонов К.А., Андреев А.М., Березин Н.А. Энергоэффективные циклы сжижения природного газа. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Холодильная техника и кондиционирование». 2016;(1):1–8. <https://doi.org/10.17586/2310-1148-2016-9-1-8>
10. Крупные установки по сжижению природного газа. Энергетика. ТЭС и АЭС [интернет]. Режим доступа: <https://tesiaes.ru/?p=7963> (дата доступа: 10.04.2024).
11. Спиридонов А.А., Фадеева М.Л., Толстых Т.О. Стратегический подход к внедрению инноваций в Арктике на примере технологии сжижения природного газа «Арктический каскад». Экономика промышленности. 2022;15(2):177–188. <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-2-177-188>
12. Новатэк получил патент на собственную крупнотоннажную технологию сжижения. Neftegaz.Ru [интернет]. Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhenny-prirodnyy-gaz/776760-arkticheskij-kaskad-modifitsirovanny-novatek-poluchil-patent-na-sobstvennyu-krupnotonnazhnyu-tekh> (дата доступа: 10.04.2024).
13. Баранов А.Ю., Соколова Е.В., Иванов Л.В., Иконникова А.Ю. Перспективы развития технологий СПГ в Российской Федерации. Вестник Международной академии холода. 2023;(1):23–34. <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2023-22-1-23-34>
14. Марцинкевич Б. Арктический каскад как технология. Геоэнергетика. Ru [интернет]; 08.11.2018. Режим доступа: <https://geoenergetics.ru/2018/11/08/arkticheskij-kaskad-kak-tehnologiya/> (дата доступа: 10.04.2024).

References

1. Spiridonov A.A., Fadeeva M.L., Tolstykh T.O. Strategic priorities of support of import substitution in industry. Russian Journal of Industrial Economics. 2023;16(2):166–175. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2023-2-166-175>
2. Spiridonov A.A. The development of the oil and gas complex: the transition from import substitution to import dependence. In: Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade: Proceedings of the All-Russian scientific-practical and educational-methodical conference, St. Petersburg, May 15–19, 2023. Part 2. St. Petersburg: POLYTECHNIC PRESS; 2023, pp. 608–616. (In Russ.).

3. Spiridonov A.A., Fadeev A.M. Strategic risk management of development of the Arctic offshore fields. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(1):36–48. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-1-36-48>
4. Telegina E.A., Studenikina L.A. Investments and innovations in the oil and gas industry: the need and the need for energy development. *Oil, gas and business*. 2007;(1):15–19. (In Russ.).
5. Mamonova Y.S., Ivanchenko L.A. Problems of innovation development in the Russian oil and gas industry. *Current problems of aviation and cosmonautics*. 2013;2(9):333–334. EDN TAQBNP.
6. Fadeev A.M., Cherepovitsyn A.E., Larichkin F.D. Strategic management of the oil and gas complex in the Arctic. Apatity: Kola Sci. Center RAS; 2019. (In Russ.). <https://doi.org/10.25702/KSC.978.5.91137.407.5>
7. Sohibov A.S. Introduction of environmental innovations in the oil and gas industry in the development of northern territories. In: *Low-waste, resource-saving chemical technologies and environmental safety: Collection of materials of the VI International Youth Scientific and Practical Conference, Sterlitamak, September 28, 2023*. Sterlitamak: Ufa State Petroleum Technical University; 2023, pp. 222–224. (In Russ.).
8. Steblyanskaya A.N., Wang D., Razmanova S.V. Arctic LNG of Russia: new trends and opportunities. *Resources of the European North. Technologies and economics of development*. 2018;(1):11–18. (In Russ.).
9. Baranov A.Yu., Tikhonov K.A., Andreev A.M., Berezin N.A. Energy-efficient cycles of natural gas liquefaction. *Scientific journal NRU ITMO Series «Refrigeration and Air Conditioning»*. 2016;(1):1–8. (In Russ.). <https://doi.org/10.17586/2310-1148-2016-9-1-8>
10. Large natural gas liquefaction plants. *Energetika. TES i AES*. [internet]. Available at: <https://tesiacs.ru/?p=7963> (accessed 10 April 2024). (In Russ.).
11. Spiridonov A.A., Fadeeva M.L., Tolstych T.O. Strategic approach to implementation of innovation in the Arctic on the example of “Arctic Cascade” natural gas liquefaction technology. *Russian Journal of Industrial Economics*. 2022;15(2):177–188. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2072-1633-2022-2-177-188>
12. Novatek has received a patent for its own large-capacity liquefaction technology. *Neftegaz. Ru* [internet]. Available at: <https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhenny-prirodnyy-gaz/776760-arkticheskij-kaskad-modifitsirovanny-novatek-poluchil-patent-na-sobstvennyu-krupno-tonnazhnyu-tekhn> (accessed 10 April 2024). (In Russ.).
13. Baranov A.Y., Sokolova E.V., Ivanov L.V., Ikonnikova A.Y. Prospects for the development of LNG technologies in the Russian Federation. *Journal International Academy of Refrigeration*. 2023;(1):23–34. (In Russ.). <https://doi.org/10.17586/1606-4313-2023-22-1-23-34>.
14. Martsinkevich B. Arctic cascade as a technology. *Geoenergetika.ru* [internet]; 08 November 2018. Available at: <https://geoenergetics.ru/2018/11/08/arkticheskij-kaskad-kak-tekhnologiya/> (accessed on 10 April 2024). (In Russ.).

Сведения об авторах

Спиридонов Андрей Алексеевич — аспирант,
Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого,
Россия, 195251, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29
ORCID: 0000-0002-7203-1864
Web of Sciences ID: IQV-1252-2023
Scopus ID: 57226778275
РИНЦ ID: 1117722
тел.: +7 (931) 895-85-75
e-mail: ispbandrei@gmail.com

Information about the authors

Andrei A. Spiridonov — Postgraduate Student,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Russian Federation, 195251, St. Petersburg,
Polytechnicheskaya str., 29
ORCID: 0000-0002-7203-1864
Web of Sciences ID: IQV-1252-2023
Scopus ID: 57226778275
RSCI ID: 1117722
tel.: +7 (931) 895-85-75
e-mail: ispbandrei@gmail.com

Фадеев Алексей Михайлович — доктор экономических наук, главный научный сотрудник отдела экономической политики, морской и хозяйственной деятельности в Арктике и районах Крайнего Севера Института экономических проблем им. Г.П. Лузина ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук» Россия, 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 24а
ORCID: 0000-0002-3833-3316
Web of Sciences ID: AAR-2969-2020
Scopus ID: 57210913348
РИНЦ ID: 614337
тел.: +7 (931) 362-05-46
e-mail: FadeevTeam@yandex.ru

Alexey M. Fadeev — Dr. Sci. (Economics), Leading Researcher, Department of Economic Policy, Marine and Economic Activity in the Arctic and Far North Regions, Lusin Institute for Economic Studies, Kola Science Center (IES KSC RAS) Russia, 184209, Murmansk region, Apatity, Fersmana str., 24A
ORCID: 0000-0002-3833-3316
Web of Sciences ID: AAR-2969-2020
Scopus ID: 57210913348
RSCI ID: 614337
tel.: +7 (931) 362-05-46
e-mail: FadeevTeam@yandex.ru

Вклад авторов

Спиридонов Андрей Алексеевич — написание статьи, сбор и анализ данных, поиск источников литературы

Фадеев Алексей Михайлович — разработка концепции исследования, формирование выводов и основных тезисов

Authors' contributions

Andrei A. Spiridonov — writing an article, collecting and analyzing data, search for literature sources

Alexey M. Fadeev — development of the research concept, formation of conclusions and main theses