

Системный анализ проблем и приоритетов технологического развития горнодобывающего комплекса Арктики

Ильинский А.А., д.э.н., профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Багаева М.А., старший научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала ФГБУ «ВНИГНИ», Санкт-Петербург, Россия

Мелехин В.Д., ассистент Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Рассмотрена характеристика минерально-сырьевой базы Арктической зоны и выделены перспективные центры ее развития. Исследованы факторы, определяющие технико-экономические требования к оборудованию и технологиям для горнодобывающих комплексов на суше и буровых платформ на шельфе. Проанализировано проблемное поле технологического развития горнодобывающего комплекса в условиях санкций. Обоснованы критические технологии освоения минерально-сырьевой базы полезных ископаемых Арктической зоны и предложена организационно-экономическая схема НИОКР по их разработке и внедрению.

Ключевые слова: технологическое развитие, минерально-сырьевая база, Арктическая зона, системный анализ, горнодобывающий комплекс, критические технологии освоения

System analysis of problems and priorities of technological development of the Arctic mining complex

Iiinskij A.A., doctor of Economic Sciences, professor Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia

Bagaeva M.A., Senior Researcher All-Russian Research Geological Oil Institute, St.-Petersburg Branch, Saint-Petersburg, Russia

Melekhin V.D., assistant professor Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia

Annotation. The characteristics of the mineral resource base of the Arctic zone are considered and promising centers of its development are identified. The factors determining the technical and economic requirements for equipment and technologies for onshore mining complexes and offshore drilling platforms are investigated. The problem field of technological development of the mining complex in the conditions of sanctions is analyzed. Critical technologies for the development of the mineral resource base of the Arctic zone minerals are justified and an organizational and economic scheme of R & D for their development and implementation is proposed.

Keywords: Technological development, mineral resource base, Arctic zone, system analysis, mining complex, critical development technologies

Масштабное освоение минерально-сырьевых ресурсов Арктической зоны как технологически, так и экономически невозможно осуществить без разработки новых инновационных образцов горнодобывающего оборудования и формирование новых производств по их производству. Приоритеты развития нефтегазового и горнопромышленного оборудования и технологий должна тесно коррелироваться с природно-климатическими, горно-геологическими и инфраструктурными условиями минерально-сырьевого комплекса арктической территории и прилегающих к ним акваторий [1].

При этом технологический уровень производства в условиях Арктики должен обеспечивать техническую доступность, а с другой экономической целесообразность освоения ее ресурсного потенциала. Ресурсный потенциал арктических территорий огромен и соответственно целесообразно говорить о том, что потребность в инновационных технологических системах и оборудовании будет расти.

В Арктической зоне сосредоточена большая часть российских запасов золота (40%), хрома и марганца (90%), платиновых металлов (47%), коренных

алмазов (100%), апатита (50%) и многих других видов минерального сырья [3]. Огромный запас полезных ископаемых определяет высокую инвестиционную привлекательность арктического региона, в особенности Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого Автономного округа.

Результаты оценки запасов Арктической зоны и перспективные центры ее развития сведены в табл. 1.

Таблица 1

Запасы и локализация полезных ископаемых Арктической зоны

№ п/п	Тип полезного ископаемого	Доля запасов, в % от общероссийских	Локализация
1	Никель	70-71	Красноярский край, Мурманская область
2	Кобальт	75	Красноярский край
3	Титан	9	Мурманская область
4	Цинк	3	О. Новая Земля
5	Свинец	4-5	О. Новая земля, Ямало-Ненецкий автономный округ, п-ов Таймыр,
6	Медь	4-5	Норильск, Мурманская область
7	Молибден	4,75	Чукотский АО, п-ов Таймыр
8	Олово	50	Якутия, п-ов Чукотка,
9	Вольфрам	50	Северо-янский район
10	Платина, палладий	94-96	Норильский район, Кольский п-ов
11	Серебро	11-13	Чукотский АО
12	Золото	11	Республика Саха, Чукотский АО, Архипелаг Северная Земля, п-ов Таймыр
13	Алмазы	50-60	Эбеляхский район, Анабаро-Хатангском район
14	Уголь	50	Воркута, Республика Саха, Чукотка
15	Нефть	91	Шельф Печорского моря, Ненецкий АО
16	Газ	80	Шельф Баренцева и Карского моря, Ненецкий АО, северная часть ЯНАО, северные территории Восточной Сибири

Огромный запас полезных ископаемых определяет высокую инвестиционную привлекательность арктического региона, в особенности Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого Автономного округа. Экономика региона характеризуется большой долей промышленного производства (до 60%), основным из которых является добывающая отрасль [2].

Развитие горнодобывающей промышленности напрямую влияет на развитие транспортной, социальной и производственной инфраструктуры.

Главными проблемами региона являются направленность инвестиций на добывающие комплексы, без соответствующего развития социальной инфраструктуры, производственных мощностей.

В процессе проведенных авторами исследований было установлено что основными факторами, определяющими требования к уровню технологического развития горнодобывающего комплекса Арктики, являются: аномально сложные природно-климатические, инфраструктурные и социально-экономические условия развития региона [1]. Рассмотрим эти факторы более подробно.

Разработка месторождений Арктики осуществляется в суровых климатических условиях, характеризующихся низкими температурами, быстрым обледенением, наличием толстого слоя льда в течение более 200 дней в году, продолжительной полярной ночи (до 70 суток), зимними температурами до 50^oC, ветрами – до 40 м/с, неблагоприятной ледовой обстановкой, волнами высотой – до 10 м. и др.

Глобальное потепление сильно влияет на ледовую обстановку в Арктическом регионе и выражается в таянии и сходах массивов льда (о. Шпицберген, Земля Франца-Иосифа и другие), образовании и дальнейшем дрейфе крупных айсбергов [10].

В связи с этим предъявляются особые требования по устойчивости и прочности конструкций горнодобывающих комплексов на суше и буровых платформ для нефтедобычи. Кроме того, бурение и добыча в регионе осложнена наличием многолетнемерзлых пород, их состав и толщина подробно изучены. Другим фактором, осложняющим освоение морских месторождений, является арктическая сейсмическая обстановка, характеризующаяся неравномерным, очаговым распространением эпицентров землетрясений.

Добыча твердых полезных ископаемых на территории Арктической зоны осуществляется двумя способами: открытым и подземным. Для эффективного освоения твердых запасов минерального сырья требуется инновационное оборудование и интеллектуальные системы с высокой степенью автоматизации.

Для добычи нефти и газа на шельфовых месторождениях Арктической зоны используются морские ледостойкие стационарные платформы кесонного типа с хранилищем или без хранилища нефти. Платформы оснащены всеми необходимыми техническими решениями для проведения полного комплекса работ, связанного с освоением морских месторождений УВ. Добычный комплекс платформы включает в себя буровое оборудование, оборудование для проведения мероприятий по увеличению коэффициента извлечения УВ, оборудование, способствующее предотвращению аварий, транспортный узел и пр.

Отсталость отечественного производства такого оборудования в совокупности с существующими санкционными ограничениями на поставку иностранных технологий, предназначенных для добычи УВ на Арктическом шельфе, значительно затрудняют изучение геологического потенциала и промышленное освоение морских месторождений [4].

Прежде всего следует выделить существенную зависимость отрасли от импортных технологий. Многолетняя ориентация национальных горнопромышленных и нефтегазовых компаний как следствие привела к отсутствию спроса и недоинвестированию инновационных технологий отечественного нефтегазового и горнопромышленного машиностроения. В современных условиях, большинство уникального оборудования, применяемого для добычи в сложных условиях, Арктики является зарубежным. Так, в геологоразведочной отрасли объем зарубежного оборудования составляет около 75%, рынок комплектующих также представлен иностранными компаниями, до 90% комплектующих для морских платформ импортируется, поскольку технологии производства многих из них в России отсутствуют [4].

Дефицит инвестиций в российской экономике при низкой рентабельности производства в совокупности приводит к низкой инвестиционной привлекательностью отечественных предприятий горного и нефтегазового машиностроения. При этом наблюдается низкая конкурентоспособность практически всего производимого в России нефтегазового и

горнопромышленного оборудования на международном технологическом рынке.

Сложившаяся ситуация осложняется санкционной политикой зарубежных развитых стран – традиционных поставщиков технологий и оборудования. Так с 2014 года правительствами зарубежных стран мира были поэтапно введены антироссийские санкции, направленные на нанесение финансового и технологического ущерба ведущим отраслям российской промышленности [6]. Хронология введения санкционных мер представлена в табл. 2.

Таблица 2

Этапы внедрения антироссийских санкционных мер зарубежными странами мира

Этап	Санкции, введенные США	Санкции, введенные странами Европейского Союза
Этап 1	1.1. Запрет на въезд в страну ряду отдельных лиц или визовые санкции 1.2. Отменена сотрудничества с Россией в области инвестиций и военно-промышленного комплекса	1.1. Запрет на въезд в страны ЕС ряду отдельных лиц.
Этап 2	2.1. Расширение визовых санкций, заморозка счетов и активов ряду представителей российского бизнеса. 2.2. Запрет на поставки товаров двойного назначения	2.1. Расширение визовых санкций, заморозка счетов и активов ряду представителей российского бизнеса.
Этап 3	3.1. Запрет на поставку оборудования и технологий, предназначенных для освоения трудноизвлекаемых запасов нефти, нефти и газа, содержащихся в низкопроницаемых коллекторах. 3.2. Запрет на поставку оборудования и технологий, предназначенных для изучения и освоения запасов нефти, расположенных в недрах Арктики и глубоководного шельфа (глубже 152 м). 3.2. Запрет на заемное финансирование для компаний «Роснефть», «Газпром»нефть», «Транснефть», «Новатэк»	3.1. То же, что и США 3.2. То же, что и США 3.3. Запрет на заемное финансирование для компаний «Роснефть», «Газпром»нефть», «Транснефть»
Этап 4	4.1. Дополнительное расширение списка юридических и физических лиц, на которых распространены санкционные ограничения	
Этап 5	5.1. США ввели запрет на поставки оборудования и технологий необходимых для освоения морского месторождения Южно-Кириновское (Охотское море, компания-оператор «Газпром»)	

Первый этап санкций носил предупредительный характер: формальный отказ от бездействующих сфер сотрудничества. Однако дальнейшее введение

антироссийских мер было ужесточено. В санкционные списки внесён ряд физических лиц – топ-менеджмент компаний с государственным участием.

На третьем этапе был запрещен доступ крупных компаний нефтегазового и банковского сектора к заемному финансированию. Ограничен доступ к получению определенных технологий, направленных на изучение и освоение углеводородных объектов, что в свою очередь поспособствовало ограничению развития работ на арктическом шельфе, по сланцевым объектам, по разработке трудноизвлекаемых запасов нефти. При этом сектор газовой промышленности затронут не был.

Четвертый этап носил более мягкий, несущий репутационный характер («список друзей В.В. Путина»). Пятый этап – введение точечных санкций, направленных на уязвление наиболее слабых мест. Анализ документов, связанных с введением санкционных мер против Российской Федерации в отношении финансового и энергетического секторов, показал, что основными объектами санкций, а соответственно и ключевыми объектами отраслевых рисков, являются критически важные для освоения Арктики технологии и оборудование [9]. К данным видам технологических систем следует отнести следующие:

1. Оборудование для глубокой добычи (свыше 152 м);
2. Оборудование для разработки арктического шельфа;
3. Оборудование для разработки месторождений нефти и газа сланцевых формаций;
4. Буровые платформы;
5. Комплектующие для горизонтального бурения;
6. Подводное оборудование, в том числе дистанционно управляемое и морское оборудования для работ на Арктическом шельфе;
7. Программное обеспечение для гидравлического разрыва пласта;
8. Насосы высокого давления.

Введение подобных ограничений как следствие приводит к замедлению темпов развития минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплекса

страны, в частности корректируются проектные сроки ввода новых нефтегазоносных месторождений, расположенных в границах Арктической региона, часть из которых обладает трудноизвлекаемыми запасами нефти.

В этих условиях для формирования стратегических перспектив инновационного развития подотраслей нефтегазового и горнопромышленного комплекса следует выделить наиболее уязвимые места российских предприятий, занимающихся выпуском такой продукции.

Наиболее уязвимым направлением, как уже отмечалось ранее, является зависимость отечественной промышленности от импортного оборудования и комплектующих. Зависимость от импортных поставок значительно различается по стадиям производства в нефтегазовой отрасли.

Изучение и освоение углеводородных ресурсов арктического шельфа, проведение геологоразведочных работ в суровых климатических условиях, освоение трудноизвлекаемых запасов нефти и газа, находящихся в Арктическом регионе, а также сжижение и переработка нефти и газа являются сильно зависимыми от импорта отраслями промышленности.

Стратегические перспективы инновационного развития подотраслей нефтегазового и горнопромышленного комплекса должны быть связаны с выпуском отечественного оборудования, предназначенного для разведки и разработки арктических месторождений (как находящихся в пределах сухопутной части, так и морских) и переработки добываемого сырья [8]. Рассмотрим их более детально.

1. Геологоразведочная отрасль. Для уточнения количественных и качественных характеристик запасов полезных ископаемых необходимо проведение детальных геологоразведочных работ, что требует применения высокоточного и надежного геологоразведочного оборудования.

В настоящее время импортный аппаратно-технический парк составляет 90-100% от общего объема средств для работ в условиях арктического региона (суша и акватории). При этом ведущие производители сейсморазведочных

комплексов расположены в странах, организовавших режим экономических санкций против российских компаний (США, Канада, страны ЕС).

Продукция, предназначенная для проведения геологоразведочных работ в Арктике и выпускаемая российскими производителями, не способна конкурировать по своим техническим характеристикам с зарубежными аналогами по целому ряду причин: низкие эксплуатационные свойства; отсутствие отечественных комплектующих.

В этой связи стратегические перспективы инновационного развития производств геологоразведочного оборудования связаны с освоением производства комплектующих для средств шельфовой сейсморазведки (автономных донных сейсмических модулей, донных и буксируемых кос, систем 4D-сейсморазведки) и источников сейсмических колебаний, обновлением модельного ряда данной продукции, наращиванием объемов производства (в отдельных случаях необходима организация серийного производства).

2. Разработка месторождений Арктического региона, в т.ч. содержащих трудноизвлекаемые запасы углеводородного сырья. Большинство оборудования, предназначенного для добычи углеводородов в Арктическом регионе, исключая его морскую часть (насосы, агрегаты для ремонта скважин, техника для подготовки и т. д.) производится силами российских предприятий. Однако, месторождения, которые содержат трудноизвлекаемые запасы УВ разрабатываются посредством оборудования иностранного производства.

Разработка трудноизвлекаемых запасов нефти и газа требует проведения наклонно направленного бурения, которое осуществляется с применением современных высокотехнологичных систем (оборудование для многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП), роторные управляемые системы), разработанных в США и других развитых странах [5]. В России эти технологии вплоть до настоящего времени развивались достаточно слабо, как вследствие экономических кризисов, так и в связи с наличием огромных запасов нефти и газа в месторождениях с простым строением.

Отдельные относительно низкотехнологичные виды продукции для разработки ТРИЗ производятся в России. В частности, в стране успешно производятся взрывные пункты и парогенераторы. Перфорационные системы и специальная технологическая оснастка колонн в скважинах с большими отходами от вертикали в значительной мере импортируются, но технологии выпуска данной продукции в принципе освоены российскими производителями.

Остальные виды оборудования для разработки ТРИЗ локализованы на российских предприятиях в гораздо меньшей степени. По качественным характеристикам зарубежным аналогам существенно уступают следующие отечественные виды продукции: оборудование для очистки бурового раствора (отсутствует для буровых установок глубокого разведочного и эксплуатационного бурения грузоподъемностью от 160 тонн); насосы высокого давления для гидроразрыва пласта (отечественные разработки – героторные насосы — могут быть доведены до коммерческого продукта только в течение двух лет); оборудование для заканчивания скважин с применением МГРП – муфты, пакеры и т. д. (непригодно для работы в скважинах с высоким перепадом давления).

Другие виды продукции, предназначенной для разработки трудноизвлекаемых запасов УВ, выпускаются российскими компаниями лишь малыми сериями и находятся в режиме опытно-промышленной эксплуатации.

Оборудование для осуществления проектов на шельфе характеризуется максимальной зависимостью от импортных поставок. В конце XX-го века началась реализация отдельных морских проектов, расположенных на шельфе о. Сахалин, освоение которых реализуется исключительно при использовании зарубежных технологий. В результате к настоящему времени компетенции ряда машиностроительных предприятий по производству оборудования для шельфовых работ утеряны. Таким образом, низкий объем внутреннего рынка объективно препятствует процессам развития производства оборудования, предназначенного для геологического изучения и промышленного освоения арктических акваторий.

Российские компании обладают технологиями по выпуску морских платформ и некоторых комплектующих для них. Однако по факту до 90% комплектующих (Measurement while drilling, Logging while drilling) импортируется, и технологии производства многих их видов (например, систем отгрузки нефти) в стране отсутствуют [6].

В России не производятся буровые суда и суда обеспечения шельфовых проектов. Более того, потенциальным производителям судов будет крайне сложно конкурировать с крупными морскими судостроителями Китая, Южной Кореи и Японии. Наладить производство подобных судов в России в обозримой перспективе представляется весьма затруднительным.

Решение вышеперечисленных проблем требует разработки организационно-экономического механизма технологического развития горнодобывающего комплекса Арктики. Такой механизм должен предусматривать формирование, стимулирование и реализацию целевых программ от проведения НИОКР до разработки инновационных образцов техники для освоения ресурсов Арктики.

Общий алгоритм реализации механизма эффективного освоения инновационных технологий в отечественном нефтегазовом и горнопромышленном машиностроении может быть представлен следующим образом. На первом этапе силами специалистов технологического профиля производственных машиностроительных предприятий и научно-исследовательских организаций страны проводятся НИР и НИОКР составляются проекты технических заданий на разработку образцов оборудования, отвечающих последним требованиям отрасли и соответствующих существующим мировым стандартам.

При составлении проектов Технических заданий требуется взаимодействие и со специалистами добывающих предприятий, поскольку, как уже отмечалось, большинство производимого для Арктической зоны оборудования является уникальным и должно быть приспособлено под конкретные горно-геологические и природно-климатические условия.

На втором этапе – проводятся работы по моделированию (математическому, имитационному), позволяющие оценить работоспособность конструкции, обосновать основные технические параметры, разработать рекомендации к опытным образцам, режимам работы систем и оборудования, спрогнозировать поведение систем в условиях, близких к реальным. Результатом этапа описанных работ является конструкторская документация.

На третьем этапе – на основе конструкторской документации создается опытный образец, который впоследствии подлежит опытным испытаниям. Опытные испытания являются наиболее важным и наиболее проблемным этапом разработки новых технологий. Испытания должны производиться на реальных полигонах, условия которых соответствуют заявленным в техническом задании. При этом вариантов создания опытных полигонов может быть два: создание полигонов за счет средств федерального бюджета в границах опорных Арктических зон; создание полигонов при совместном участии государства и компаний в пределах лицензионных участков недр, в границах которых находятся разрабатываемые месторождения полезных ископаемых, чаще всего находящиеся на завершающей стадии освоения.

После успешного прохождения всех перечисленных этапов работ составляется рабочая документация на систему или оборудование с целью его дальнейшего промышленного производства.

В целом укрупненно рекомендуемые мероприятия программы по созданию новых систем и оборудования должны быть направлены реализацию следующих целей:

- формирование НИР по оценке потенциала развития отечественного нефтегазового и горнопромышленного машиностроения для комплексного геологического изучения, промышленного освоения и переработке отдельных видов полезных ископаемых Арктической зоны Российской Федерации, направленных на социально-экономическое развитие Арктики;

– создание испытательных полигонов способных обеспечить проведение натуральных испытаний и сертификацию нефтегазового и горнопромышленного оборудования арктического назначения;

– проведение НИОКР по созданию оборудования, предназначенного для проведения геологоразведочных работ в пределах сухопутной и морской части Арктической зоны Российской Федерации;

– проведение НИОКР по созданию опытных образцов нефтегазового оборудования, предназначенного для промышленного освоения месторождений углеводородного сырья сухопутной и морской части Арктического региона;

– проведение НИОКР по созданию опытных образцов горнопромышленного оборудования, предназначенного для промышленного освоения месторождений полезных ископаемых сухопутной части Арктической зоны.

В заключении следует отметить что результаты выполненного анализа свидетельствуют о высокой значимости перспективного развития горнодобывающего комплекса Арктики. В новых неосвоенных районах Арктики наибольший промышленный интерес представляют месторождения цветных металлов (Cu-Mo, Cu-Au, Mo-W, Sn-In), золота, месторождения нефти и природного газа. Для их эффективного освоения необходимо создание принципиально нового высокотехнологичного отечественного нефтегазового и горнопромышленного оборудования и технологий.

Разработка приоритетов такого развития должна основываться на анализе природно-климатических, инфраструктурных и других факторов, а также производственных возможностей отечественного машиностроения по замещению иностранных поставок целого ряда критических технологий и оборудования. Это требует разработки скоординированной межведомственной программы импортозамещения что особенно важно в условиях западных санкций.

Библиографический список

1. Ильинский А.А. Нефтегазовый комплекс России: проблемы и приоритеты развития СПб.: ПОЛИТЕХ ПРЕСС, 2020 – 532 с.: ил. ISBN 978-5-74226850-5
2. Кодинец Л.А. Характеристика инновационно-технологического потенциала субъектов Российской Федерации, имеющих арктические территории // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 11 Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/11/6137>
3. Лукин Ю.Ф. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу // http://narfu.ru/aan/Encyclopedia_Arctic/RA-AZRF.PDF
4. Лаверов Н.П., Богоявленский В.И., Богоявленский И.В. Фундаментальные аспекты рационального освоения ресурсов нефти и газа Арктики и шельфа России: стратегия, перспективы и проблемы // Арктика: экология и экономика № 2 (22), – 2016, – с. 4-13.
5. Прищепа О.М. Проблемы воспроизводства запасов углеводородов: арктический шельф и (или) трудноизвлекаемые запасы // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, № 1-2, 2016, с.18-34.
6. Перспективы и проблемы освоения месторождений нефти и газа шельфа Арктики Prospects and problems of the Arctic shelf oil and gas fields development V. BOGOYAVLENSKY, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Science, Бурение и нефть, ноябрь 2012
7. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. Утверждена Президентом Российской Федерации В.В. Путиным 13 февраля 2013 года
8. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. N 2227-р.

9. Шпиленко А. Меры государственной поддержки промышленных кластеров и технопарков // Ассоциация кластеров и технопарков Электронный ресурс. Режим доступа: <http://http.ru/upload/docs/prezentacia%20klasteri.pdf>

10. Fadeev A.M., Ilyin I.V., Ilinskiy A.A. The development of the Sea of Okhotsk shelf: experience in implementing offshore projects in difficult climatic conditions using the example of PJSC Gazprom Neft. В сб. Межд. конференция «Арктика: история и современность» – 2020 – URL: <http://www.iep.kolasc.net.ru>

References

1. Ilyinsky A.A. Oil and gas complex of Russia: problems and priorities of development St. Petersburg: POLYTECH PRESS, 2020-532 p.: ill. ISBN 978-5-74226850-5

2. Kodinets L.A. Characteristics of the innovation and technological potential of the subjects of the Russian Federation that have Arctic territories // Economics and management of innovative technologies. – 2014. № 11 Electronic resource. Mode of access: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/11/6137>

3. Lukin Yu.F. Fundamentals of the State policy of the Russian Federation in the Arctic for the period up to 2020 and beyond. http://narfu.ru/aan/Encyclopedia_Arctic/RA-AZRF.PDF

4. Laverov N.P., Bogoyavlensky V.I., Bogoyavlensky I.V. Fundamental aspects of rational development of oil and gas resources in the Arctic and the Russian shelf: Strategy, prospects and problems // Arctic: Ecology and Economy № 2 (22), – 2016, pp. 4-13.

5. Prishchepa O.M. Problems of reproduction of hydrocarbon reserves: the Arctic shelf and (or) hard-to-recover reserves // Mineral Resources of Russia. Economics and Management, – № 1-2, – 2016, – pp. 18-34.

6. Prospects and problems of the Arctic shelf oil and gas fields development V. Bogoyavlensky, Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Science, Drilling and Oil, November 2012

7. Strategy for the development of the Arctic zone of the Russian Federation and ensuring national security for the period up to 2020. Approved by the President of the Russian Federation Vladimir Putin on February 13, – 2013

8. Strategy of innovative development of the Russian Federation for the period up to 2020. Approved by the order of the Government of the Russian Federation of December 8, – 2011 – № 2227-p.

9. Shpilenko A. Measures of state support for industrial clusters and technoparks // Association of Clusters and Technoparks Electronic resource. Mode of access: <http://http.ru/upload/docs/prezentacia%20klasteri.pdf>

10. Fadeev A.M., Ilyin I.V., Ilinskiy A.A. The development of the Sea of Okhotsk shelf: experience in implementing offshore projects in difficult climatic conditions using the example of PJSC Gazprom Neft. In the sat. International Conference «The Arctic: History and Modernity» – 2020 – URL: <http://www.iep.kolasc.net.ru>