К ВОПРОСУ ВЫБОРА СХЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ, ДОБЫВАЕМЫХ С ШЕЛЬФА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

TO THE ISSUE OF SELECTION OF THE SCHEME OF TRANSPORTATION OF HYDROCARBONS OBTAINED FROM THE ARCTIC SEAS SHELF

А. Р. Гимаева
Alina R. Gimaeva

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

И. И. Хасанов
Ilhur I. Khasanov

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

Н. А. Шобик
Nikita A. Shobik

Уфимский государственный
нефтяной технический
университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

На мировом уровне ресурсы нефти и газа континентального шельфа давно являются главными источниками повышения уровня добычи углеводородов. На сегодняшний день доля добываемых на континентальном шельфе нефти и газа уже превышает 25 % от общемирового объема. В нашей стране находится самый крупный в мире континентальный шельф: его нефтегазовый потенциал превышает 30 % от всех ресурсов в недрах шельфа Мирового океана. Свыше 85 % ресурсов углеводородов шельфа России сконцентрировано в арктических морях. Этим и объясняется актуальность и необходимость научно-технического прогресса в развитии нефтяной и газовой промышленности нашей страны. Формирование объединенной транспортной системы с целью освоения ресурсов углеводородов на Крайнем Севере — сложная техническая задача, так как это требует развития имеющихся и строительства новых элементов инфраструктуры транспортной системы: наземных и подводных трубопроводов высокой протяженности, накопительных и перегрузочных терминалов, нефтяных и газовых хранилищ, транспортных и вспомогательных морских судов и пр. Проанализированы базовые способы транспортировки углеводородов от мест добычи до мест переработки или хранения, их преимущества и недостатки.

Сложнейшим вопросом освоения шельфовых ресурсов углеводородов в названных морях остается выбор варианта схем транспортировки по причине суровых природно-климатическими условий, сложной ледовой обстановки, высокой удаленности от прибрежных регионов и рынков сбыта. Особую значимость в сложившейся ситуации приобретает предварительный анализ доступных схем и выбор схем транспортировки углеводородов, добываемых на шельфе, которые будут являться наиболее экономически выгодными в каждом конкретном случае.

At the global level, the resources of oil and gas on the continental shelf have long been the main sources of increasing the level of hydrocarbon production. To date, the share of oil and gas produced on the continental shelf already exceeds 25 % of the global volume. The world's largest continental shelf is in our country: its oil and gas potential exceeds 30 % of all resources in the bowels of the shelf of the World Ocean. Over 85 % of the hydrocarbon resources of the Russian shelf are concentrated in the Arctic seas. This explains the relevance and necessity of scientific and

Ключевые слова

арктический шельф,
месторождения,
трубопровод, танкер

Key words

Arctic shelf, deposits,
pipeline, tanker

technological progress in the development of the oil and gas industry of our country. The formation of an integrated transportation system for the development of hydrocarbon resources in the Far North is a complex technical task. It requires the development of existing and construction of new transport infrastructure elements: onshore and underwater pipelines of high length, storage and reloading terminals, oil and gas storage facilities, transport and auxiliary vessels, etc.

Basic methods for transporting hydrocarbons from fields to treatment or storage sites, their advantages and disadvantages are analyzed.

The most difficult question of developing offshore hydrocarbon resources in these seas is the choice of transportation schemes for severe climatic conditions, complex ice conditions, high distances from coastal regions and markets. Of particular importance in this situation is a preliminary analysis of available schemes and a choice of schemes for transporting hydrocarbons produced on the shelf, which will be the most economically viable in each specific case.

На мировом уровне ресурсы нефти и газа континентального шельфа давно являются главными источниками повышения уровня добычи углеводородов. На сегодняшний день доля добываемых на континентальном шельфе нефти и газа уже превышает 25 % от общемирового объема. В нашей стране самый крупный в мире континентальный шельф: его нефтегазовый потенциал превышает 30 % от всех ресурсов в недрах шельфа Мирового океана. Свыше 85 % ресурсов углеводородов шельфа России сконцентрировано в арктических морях. Этим и объясняется актуальность и необходимость научно-технического прогресса в развитии нефтяной и газовой промышленности нашей страны. Формирование объединенной транспортной системы с целью освоения ресурсов углеводородов на Крайнем Севере — сложная техническая задача, так как это требует развития имеющихся и строительства новых элементов инфраструктуры транспортной системы: наземных и подводных трубопроводов высокой протяженности, накопительных и перегрузочных терминалов, нефтяных и газовых хранилищ, транспортных и вспомогательных морских судов и пр. С середины 70-х годов прошлого века в Северной Америке началось освоение районов шельфа Арктики (в районе залива Кука, а далее — на акваториях со льдом на шельфе моря Бофорта). К 1960 г. руководители Манхэттановского арктического танкерного проекта доказали возможность вывоза нефти танкерами с прибрежных месторождений Бофорта, но по причине небольших глубин затраты на строительство глубоководного арктического порта были непомерно велики (включая высокую стоимость танкеров усиленного ледового класса). В результате было решено транспор-

тировать нефть с прибрежных и арктических месторождений моря Бофорта, со сложной ледовой обстановкой, по нефтепроводам до морских портов-терминалов на акваториях с относительно легкой ледовой обстановкой, в которой судоходство осуществляется без ограничений в течение всего года. Таким образом, с 1977 г. начали перекачивать нефть с месторождений в районе залива Прадхо моря Бофорта. Для ее транспортировки были сооружены и до сих пор эксплуатируются Трансаляскинский магистральный нефтепровод диаметром 1220 мм и длиной 1300 км, перевалочная припортовая нефтебаза в районе порта Валдиз, морской отгрузочный нефтепорт Валдиз (включая комплекс причалов, акваторий, морской канал и проч.) в Аляскинском заливе. Сначала тариф на прокачку нефти по трубопроводу был умеренно высок — 7 долларов за баррель, далее к этой системе подключили и другие месторождения на побережье, и поэтому тариф снизился. Аналогичным образом природный газ транспортируют по магистральному газопроводу из Арктики до завода по его сжижению недалеко от г. Кенау на Аляске, что является единственным терминалом экспорта газа в сжиженном виде в США. Он работает с 1969 г. Газовозами (метановозами) сжиженный газ доставляют в Японию круглый год.

Российским правительством разработана Программа разведки континентального шельфа России и разработки его минеральных ресурсов на период с 2012 по 2030 гг. Способствование активизации геологоразведочных работ выступает главным приоритетом в рамках программы, и ключевая роль отводится инвестициям частных нефтегазовых компаний нашей страны. На шельфе России от-

Рисунок 1. Крупнейшие месторождения углеводородов на Баренцево-Карском шельфе

крыто двадцать крупных нефтегазоносных бассейнов и провинций, половина из которых доказанные. Крупнейшие из осадочных бассейнов Арктики следующие: Восточно-Баренцевский, Лаптевский, Южно-Карский, Чукотский и Восточно-Сибирский. Самая весомая часть ресурсов Арктики России (приблизительно 94 %) сосредоточена в её западной части, а еще неразведанные запасы ее восточной части (по линии континентального склона и в арктическом глубоководном бассейне) скорее относятся к предполагаемым (условным). На рисунке 1 представлена карта крупнейших месторождений углеводородов Баренцево-Карского шельфа.

Производительность здесь составляет 1,4 млн т/год. Арктический шельф России можно охарактеризовать крайне невысокой степенью геологической изученности. Значительные запасы и ресурсы природного газа сосредоточены в Баренцевом и Карском морях — около 70 % начальных суммарных ресурсов (НСР) газа шельфов России. В перспективе углеводородные месторождения акваторий шельфа пролегает стратегический резерв российского нефтегазового комплекса.

На рисунке 2 представлена структура НСР углеводородов отечественного континентального шельфа [1]. С каждым годом объем добычи углеводородов растет. Динамика добычи

нефти шельфа Охотского моря показана в таблице 1, динамика добычи газа — в таблице 2 [2].

Самым весомым фактором при освоении участков Арктического шельфа России является транспортный по причинам, перечисленным ниже:

- большая удаленность от закрепившихся энергетических рынков сбыта;
- сложные природно-климатические условия.

Для транспортировки добытых на континентальных месторождениях углеводородов применяют трубопроводный и водный способы транспортировки. В нашей стране транспортировка нефти и газа чаще всего производится при помощи следующих трубопроводов:

- промысловые — для транспортировки углеводородов от скважины до разных объектов на промыслах;
- межпромысловые — для транспортировки от месторождений до магистральных трубопроводов;
- магистральные — для транспортировки от месторождений до центров перекачки, переработки и потребления.

На сегодняшний день магистральные трубопроводы нашей страны пролегают более чем на 221 тыс. км, из которых 153 тыс. км

Рисунок 2. Структура НСР углеводородов континентального шельфа РФ

Таблица 1. Добыча нефти на шельфе Охотского моря, млн т

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Проект «Сахалин-1»	0,4	2,6	8,9	9,6	8,2	7,0	7,9	7,1	7,0
Проект «Сахалин-2»	1,6	1,6	1,7	1,4	5,5	6,0	5,8	5,5	5,4
Объем добычи на шельфе Охотского моря	2,0	4,2	10,6	11,1	13,7	13,0	13,7	12,6	12,4
Объем добычи в России	470,0	480,5	491,3	488,5	494,2	505,1	511,4	518,1	523,3
Доля шельфа Охотского моря в общероссийской добыче нефти, %	0,4	0,9	2,2	2,3	2,8	2,6	2,7	2,4	2,4

Таблица 2. Добыча природного газа на шельфе Охотского моря, млрд м³

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Проект «Сахалин-1»	0,2	0,8	6,4	8,2	9,0	7,7	8,8	9,2	9,9
Проект «Сахалин-2»	0,3	0,2	0,3	0,2	9,1	15,4	16,2	17,4	17,6
Объем добычи на шельфе Охотского моря	0,4	1,0	6,7	8,4	18,2	23,1	25,1	26,6	27,5
Объем добычи в России	641,0	656,2	654,1	664,9	596,4	665,5	687,5	671,5	683,9
Доля шельфа Охотского моря в общероссийской добыче газа, %	0,1	0,2	1,0	1,3	3,0	3,5	3,6	4,0	4,0

приходится на магистральные газопроводы, примерно 70 тыс. км — на магистральные нефтепроводы, а более чем 20 тыс. км — на магистральные нефтепродуктопроводы [3]. В нашей стране на текущий период транспортировка нефти по магистральным нефтепроводам осуществляется компанией ОАО «АК Транснефть», природный газ по магистральным газопроводам транспортируется компанией ОАО «Газпром». Подводные трубопроводы подразделяются следующим образом:

- по глубине погружения H :
 - а) $H > 400$ м — особо глубоководные;
 - б) $40 < H \leq 400$ м — глубоководные;
 - в) $10 < H \leq 40$ м — средней глубины;
 - г) $H \leq 10$ м — мелководные;
- по внутреннему давлению P :
 - а) $P \geq 12$ кгс/см² — высокого давления;
 - б) $P < 12$ кгс/см² — низкого давления;
- по внутреннему диаметру труб $D_{\text{вн}}$:
 - а) $D_{\text{вн}} > 1000$ мм — особо большого диаметра;

- б) $800 < D_{\text{вн}} \leq 1000$ мм — большого диаметра;
- в) $600 < D_{\text{вн}} \leq 800$ мм — среднего диаметра;
- г) $400 < D_{\text{вн}} \leq 600$ мм — малого диаметра;
- д) $D_{\text{вн}} \leq 400$ мм — очень малого диаметра;

— по виду транспортируемого продукта:

- а) для жидкого продукта;
- б) газообразного продукта;
- в) двух- или многофазного продукта;

— по виду укладки на дне водоема:

- а) по дну без заглубления;
- б) по дну с заглублением;
- в) по дну без заглубления с грунтовым обвалованием;
- г) выше дна с закреплением на опорах или поплавках.

Главными преимуществами применения трубопроводного способа выступают следующие:

- низкая себестоимость;
- низкие риски в экологическом аспекте;
- всесезонность применения данного способа транспортировки.

Однако у данного способа есть и свои недостатки:

- необходимость единовременных крупных капитальных вложений в строительство;
- высокие затраты на ремонт и невозможность изменения направления и объемов поставок [4, 5].

Водный способ классифицируется на следующие подвиды транспортировки:

- речной способ, осуществляемый по внутренним водным путям, то есть по рекам и озерам;
- морской — соответственно по морям и океанам.

Для транспортировки нефти по рекам применяют баржи и речные танкеры грузоподъемностью 2–5 тыс. т. Морской способ транспортирования осуществляется при помощи морских танкеров большой грузоподъемности. Стоимость транспортировки 1 т нефти и нефтепродуктов составляет примерно от 50 до 70 руб./сут. До середины 80-х гг. прошлого века удельный вес морского транспорта в общем грузообороте в СССР составлял более 20 %, уступая только железнодорожному транспорту. А удельная стоимость перевозки грузов с помощью морского транспорта, как отмечено выше, на 40–50 % ниже железнодорожных. Для транспортировки жидких углеводородов конкурентоспособными остаются железнодорожный, трубопроводный и морской (танкерный) транспорт.

Не рассматривая подробно отдельные сравнительные аспекты этих способов транспортирования, можно сказать, что для поставки нефти, нефтепродуктов, сжиженного газа и газового конденсата на дальние рынки, включая рынки других континентов, морской транспорт является безальтернативным. Известно, что увеличение грузоподъемности танкеров значительно повышает экономические показатели транспортировки жидких углеводородов на дальние расстояния [6–13]. А для создания и обслуживания танкеров дедвейтом 150 тыс. т необходимо создать соответствующие производственные мощности для их строительства или закупать их, а также построить морские порты, в акватории которых могли бы зайти такие супертанкеры. В

настоящее время российские судостроительные заводы могут изготовить танкеры дедвейтом 50–60 тыс. т, а для больших необходимо создать новые верфи. В условиях существующих внутренних портов свободно обслуживаются танкеры дедвейтом 30 тыс. т. Для погрузки танкеров дедвейтом более 100 тыс. т приходится использовать перевалочные схемы, т.е. танкеры относительно меньших дедвейтов транспортируют продукцию до перевалочной точки, а далее перегружают ее на танкеры большей грузоподъемностью, и продукция доставляется на дальние рынки. В настоящее время модернизируются нефтеналивные порты в Новороссийске, Мурманске, Архангельске, Приморске, на Дальнем Востоке и др. Основными ограничениями морских портов для обслуживания крупнотоннажных танкеров являются: глубина воды у причала, длина причала, глубина и ширина подходящего канала (фарватера). Эти вопросы решить относительно легче, чем создавать необходимые производственные мощности для строительства крупнотоннажных танкеров. Основные преимущества применения водного способа транспортировки:

- высокая пропускная способность водных путей;
- низкие затраты на эксплуатацию;
- невысокие капитальные вложения при применении имеющейся портовой инфраструктуры.

Недостатки данного способа транспортировки:

- зависимость от пропускной способности портов и каналов;
- зависимость от климатических условий;
- низкая скорость транспортировки.

На рисунке 3 представлен танкер для транспортировки нефти.

Рисунок 3. Танкер для транспортировки нефти

Таблица 3. Преимущества и недостатки различных вариантов транспортировки углеводородов с шельфа до берега

Морской трубопровод		Танкеры-челноки	
Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
высокая надежность при любых погодных условиях, круглогодично	отсутствие возможности смены направления транспортировки	возможность осуществления транспортировки по разным направлениям одновременно	дискретность отгрузки и доставки нефти и газа
меньшее расстояние транспортировки (по прямой линии)	весомые единовременные капитальные вложения в строительство	возможность быстрой смены объемов поставок	зависимость от природно-климатических факторов
обеспечение бесперебойных поставок	долгосрочность строительства морских трубопроводов	возможность быстрой смены направления поставок	высокие экологические риски
низкие потери при транспортировании углеводородов	невозможность увеличения направлений поставок	нет ограничений по максимальному расстоянию транспортировки	необходимость создания крупных запасов продукта в терминале отгрузки и в хранилище потребителей
низкие экологические риски	невозможность повышения объемов транспортируемых нефтепродуктов	возможность применения в условиях Арктики (в сопровождении ледоколов)	необходимость строительства отгрузочного и приемного терминалов
относительно небольшие затраты на эксплуатацию	ограничение максимально возможного для транспортировки расстояния	неограниченная пропускная способность водных путей	загрязнение танкерами, проходящими через акваторию
высокая скорость доставки	невозможность эксплуатации трубопроводов в природно-климатических условиях, а также в условиях тяжелой ледовой обстановки	снижение удельных эксплуатационных затрат при увеличении дальности транспортировки	высокие эксплуатационные затраты

Теряют актуальность устоявшиеся подходы к выбору вариантов схемы транспортировки углеводородов с континентального шельфа по причине специфических особенностей шельфа, главной из которых является двухэтапная транспортировка до берегового комплекса танкерами-челноками или морским трубопроводом. Преимущества и недостатки данных вариантов отражены в таблице 3.

На континентальном шельфе нашей страны успешно осуществляются 4 проекта по добыче углеводородов: «Сахалин-1», «Сахалин-2», «Сахалин-3», «Приразломное месторождение». В этих проектах использованы наиболее современные из имеющихся на сегодняшний день подходы к организации транспортировки углеводородов с месторождений шельфа. Помимо этого, на сегодняшний день нефтегазодобывающие компании России — ОАО «НК «Роснефть», ОАО «НОВАТЭК» и ОАО «Газпром» — вместе с зарубежными нефтегазодобывающими компаниями — Exxon Mobil, Statoil, Total, Eni, China National Petroleum Corporation — ведут разработки в области технологического и эконо-

мического обоснования реализации проектов освоения всевозможных участков континентального шельфа Баренцева, Охотского и Карского морей. Сложнейшим вопросом освоения шельфовых ресурсов углеводородов в названных морях остается выбор варианта схем транспортировки по причине суровых природно-климатических условий, сложной ледовой обстановки, высокой удаленности от прибрежных регионов и рынков сбыта. Особую значимость в сложившейся ситуации приобретает предварительный анализ доступных схем и выбор схем транспортировки углеводородов, добываемых на шельфе, которые будут являться наиболее экономически выгодными в каждом конкретном случае.

Вывод

Рассмотрена мировая практика освоения континентального шельфа, приведены объемы разведанных и добытых нефтяных и газовых запасов, а также проанализированы базовые способы транспортировки углеводородов от мест добычи до мест переработки или хранения, их преимущества и недостатки.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Котомин А.Б. Оценка изученности шельфа российских северных морей // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2012. Т. 2. № 30. С. 111–116.

2. Статистический сборник. Сводные показатели производства энергоресурсов в Российской Федерации // Инфо ТЭК. 2014. № 1. 523 с.

3. Мочалов Р.А. Экономическая оценка схем транспортировки углеводородов при освоении континентального шельфа: дис. ... канд. техн. наук / ИНГГ им. А.А. Трофимчука. Новосибирск, 2014. 160 с.

4. Мовсумзаде Э.М. и др. Морская нефть: трубопроводный транспорт и переработка продукции скважин / Под ред. А.М. Шаммазова. СПб.: Недра, 2009. 192 с.

5. Мирзоев Д.А. Основы морского нефтегазового промыслового дела: учебник. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. Т. 1: Обустройство и эксплуатация морских нефтегазовых месторождений. 272 с.

6. Додин Д.А. Минерально-сырьевые ресурсы российской Арктики: состояние, перспективы, направления исследований. СПб.: Наука, 2007. 767 с.

7. Богатырева Е.В. Анализ систем и технических средств транспорта углеводородов с морских месторождений // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2010. № 3. С. 26–30.

8. Калашникова С.Е., Мостовая И.Е. По разные стороны океана // Трубопроводный транспорт нефти. 2012. № 6. С. 24–26.

9. Основы разработки шельфовых нефтегазовых месторождений и строительство морских сооружений в Арктике: учебное пособие / А.Б. Золотухин, О.Т. Гудмestad, А.И. Ермаков и др. М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2000. 770 с.

10. Мирзоев Д.А. Основы морского нефтегазового промыслового дела: учебник. М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. Т. 1: Обустройство и эксплуатация морских нефтегазовых месторождений. 272 с.

11. Ведомственные нормы проектирования и строительства морского газопровода: ВН 39-1.9-005-9 / Утв. ОАО «Газпром» 01.01.1998. М., 1998. 20 с.

12. Капустин К.Я., Камышев М.А. Строительство морских трубопроводов. М.: Недра, 1982. 207 с.

13. Касаткин Р.Г. Перспективы развития шельфовых месторождений нефти и газа в мире // Российский внешнеэкономический вестник. 2008. № 1. С. 57–61.

REFERENCES

1. Kotomin A.B. Otsenka izuchennosti shel'fa rossiiskikh severnykh morei [Assessment of the Exploration of the Russian Northern Seas Shelf]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka — The North and the Market: Forming the Economic Order*, 2012, Vol. 2, No. 30, pp. 111–116. [in Russian].

2. Statisticheskii sbornik. Svodnye pokazateli proizvodstva energoresursov v Rossiiskoi Federatsii [Consolidated Indicators of Energy Resources Production in the Russian Federation]. *Info TEK — Info of FEC*, 2014, No. 1, 523 p. [in Russian].

3. Mochalov R.A. *Ekonomicheskaya otsenka skhem transportirovki uglevodorodov pri osvoenii kontinental'nogo shel'fa: dis. kand. tekhn. nauk* [Economic Evaluation of Transportation Schemes for Hydrocarbons in the Development of the Continental Shelf. Dis. Kand. Engin. Sci.]. Novosibirsk, 2014. 160 p. [in Russian].

4. Movsumzade E.M. e.a. *Morskaya nef't: truboprovodnyi transport i pererabotka produktsii skvazhin* [Offshore Oil: Pipeline Transport and Well Production Processing]. Saint-Petersburg, Nedra Publ., 2009. 192 p. [in Russian].

5. Mirzoev D.A. *Osnovy morskogo nef'tegazopromyslovogo dela: uchebnik* [The Basics of the Offshore Oil and Gas Field Engineering: Textbook]. Moscow, Izdatel'skii tsentr RGU nef'ti i gaza imeni I.M. Gubkina, 2014. Vol. 1: Obustroistvo i ekspluatatsiya morskikh nef'tegazovykh mestorozhdenii [Construction and Operation of Offshore Oil and Gas Fields]. 272 p. [in Russian].

6. Dodin D.A. *Mineral'no-syr'evye resursy rossiiskoi Arktiki: sostoyanie, perspektivy, napravleniya issledovaniy* [Mineral Resources of the Russian Arctic: State, Prospects, Directions of Research]. Saint-Petersburg: Nauka Publ., 2007. 767 p. [in Russian].

7. Bogatyreva E.V. Analiz sistem i tekhnicheskikh sredstv transporta uglevodorodov s morskikh mestorozhdenii [Analysis of Transportation Systems and Technology for Offshore]. *Vestnik Assotsiatsii burovyykh podryadchikov — Bulletin of the Association of Drilling Contractors*, 2010, No. 3, pp. 26–30. [in Russian].

8. Kalashnikova S.E., Mostovaya I.E. Po raznye storony okeana [On Different Sides of the Ocean]. *Truboprovodnyi transport nef'ti — Oil Pipeline Transport*, 2012, No. 6, pp. 24–26. [in Russian].

9. Zolotukhin A.B., Gudmestad O.T., Ermakov A.I. e.a. *Osnovy razrabotki shel'fovyykh nef'tegazovykh mestorozhdenii i stroitel'stvo morskikh sooruzhenii v Arktike: uchebnoe posobie* [Fundamentals of Offshore Oil and Gas Field Development and Construction in the Arctic: Textbook]. Moscow, Nef't i gaz Publ. of Gubkin University, 2000. 770 p. [in Russian].

10. Mirzoev D.A. *Osnovy morskogo nef'tegazopromyslovogo dela: uchebnik* [The Basics of the Offshore Oil and Gas Field: Textbook]. Moscow, Publ. Center of Gubkin University, 2014. Vol. 1: Obustroistvo i ekspluatatsiya morskikh nef'tegazovykh mestorozhdenii [Construction and Operation of Offshore Oil and Gas Fields]. 272 p. [in Russian].

11. *Vedomstvennye normy proektirovaniya i stroitel'stva morskogo gazoprovoda: VN 39-1.9-005-9* (Utv. ОАО «Газпром» 01.01.1998) [Department Norms for the Design and Construction of Offshore Gas Pipeline: VN 39-1.9-005-9. Adopted by ОАО Gazprom 01.01.1998]. Moscow, 1998. 20 p. [in Russian].

12. Kapustin K.Ya., Kamyshev M.A. *Stroitel'stvo morskikh truboprovodov* [Construction of Offshore Pipelines]. Moscow, Nedra Publ., 1982. 207 p. [in Russian].

13. Kasatkin R.G. Perspektivy razvitiya shel'fovyykh mestorozhdenii nef'ti i gaza v mire [Prospects for Development of Shelf Oil and Gas Fields in the World]. *Rossiiskii vneshneekonomicheskii vestnik — Russian Foreign Economic Bulletin*, 2008, No. 1, pp. 57–61. [in Russian].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ABOUT THE AUTHORS

Гимаева Алина Рашитовна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Alina R. Gimaeva, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Transport and Storage of Oil and Gas Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

Хасанов Ильнур Ильдарович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ilnur I. Khasanov, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Transport and Storage of Oil and Gas Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

Шобик Никита А., магистрант кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Nikita A. Shobik, Undergraduate Student of Transport and Storage of Oil and Gas Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: nikitashobik@bk.ru