

Сравнительная оценка вариантов транспортировки углеводородов при освоении месторождений шельфа северных морей

А.А.-Б. Исмаилов, И.А. Томарева, А.В. Калачев, С.М. Аль Маишвали

*Институт архитектуры и строительства (ИАУС)
Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ)*

Аннотация: Выбор способа транспортировки углеводородов с шельфа северных морей является задачей актуальной, необходимой для экономического обоснования проекта обустройства морского месторождения. Сравнительный анализ существующих схем транспортировки позволяет учесть как преимущества, так и недостатки возможных вариантов, а именно, природно-климатические особенности региона, технические возможности организаций-подрядчиков, стоимость объектов обустройства месторождений и аренды транспортных средств.

Ключевые слова: углеводороды, континентальный шельф, транспортная схема, анализ, танкер, газонефтепровод, береговой объект инфраструктуры, морской объект инфраструктуры.

В соответствии с энергетической стратегией России на период до 2030 г., подготовка запасов и освоение нефтяных и газовых месторождений на шельфе арктических, дальневосточных и южных морей - одно из наиболее перспективных направлений развития сырьевой базы нефтяной и газовой промышленности России.

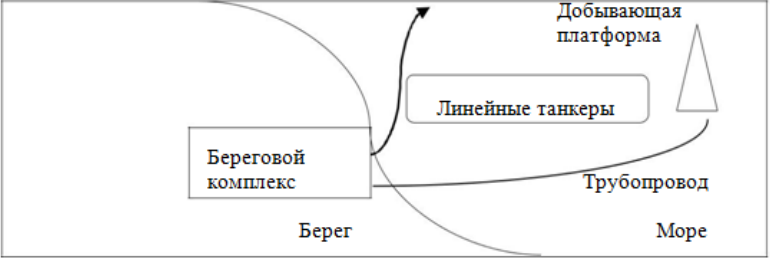
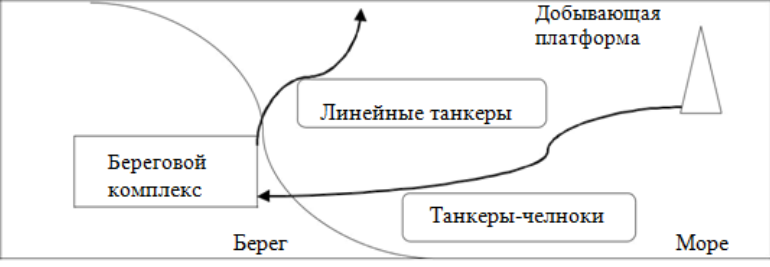

Обустройство месторождений в сложных природно-климатических условиях является одной из сложнейших проблем для освоения нефтегазовых ресурсов. В т.ч., большая удаленность большинства участков российского арктического и дальневосточного шельфов от основных добывающих регионов и рынков сбыта углеводородов, а также современный низкий уровень развития инфраструктуры в прибрежных регионах создают трудности в организации транспортировки нефти и газа. В этих условиях особую значимость приобретает предварительный анализ доступных и выбор экономически целесообразных схем транспортировки добытых на шельфе углеводородов [1, 2].

На основе анализа российского и зарубежного опыта было сформулировано 7 схем транспортировки углеводородов с континентального шельфа [3] (табл. 1).

Таблица 1

Схемы транспортировки углеводородов с континентального шельфа

Наименование схемы	Схема
1	2
1. Схема транспортировки «газонефтепровод – железная дорога»	
2. Схема транспортировки «танкеры-челноки – железная дорога»	
3. Схема транспортировки «газонефтепровод - газонефтепровод»	
4. Схема транспортировки «танкеры-челноки - газонефтепровод»	

1	2
5. Схема транспортировки «газонефтепровод – линейные танкеры»	
6. Схема транспортировки «танкеры-челноки – линейные танкеры»	
7. Схема транспортировки «линейные танкеры»	

Учитывая сложности освоения месторождений арктического и дальневосточного шельфов, нами было принято решение рассмотреть три схемы транспортировки углеводородов внешним потребителям: «линейные танкеры», «танкеры-челноки – линейные танкеры», «газонефтепровод – линейные танкеры» (табл. 2).

При этом необходимо учесть, что для организации транспортировки углеводородов с шельфа северных морей потребуются как морские объекты транспортной инфраструктуры, так и береговые.

В группу морских и береговых объектов войдут суда для хранения и отгрузки нефти, плавучие заводы сжиженного природного газа (СПГ), линейные нефтяные танкеры, линейные танкеры СПГ, нефтяные танкеры-челноки и танкеры-челноки для перевозки сжатого газа, терминалы по

приему нефти, хранилища нефти, терминалы по отгрузке нефти, терминалы по приему сжатого газа, береговой завод СПГ и терминалы по экспорту СПГ.

Таблица 2

Варианты транспортировки углеводородов с шельфа Карского моря

Наименование схемы	Обустройство месторождений (транспортной инфраструктуры)
1	2
1.Схема транспортировки «линейные танкеры»	<p>В этом варианте строительство береговой транспортной инфраструктуры не предполагается, так как все оборудование для хранения углеводородов, их подготовки к транспортировке и их отгрузки будет располагаться на специальных судах.</p> <p>Принцип реализации:</p> <ul style="list-style-type: none">– нефть с выносного отгрузочного терминала нефтедобывающей платформы перегружается в танкеры международного класса грузоподъемностью до 150 тыс. т и транспортируется на рынок сбыта;– природный газ будет поступать с газодобывающей платформы на плавучий завод СПГ и далее отгружаться в линейные танкеры СПГ для его транспортировки на рынок сбыта.
2.Схема транспортировки «танкеры- челноки – линейные танкеры»	<p>Данный вариант подразумевает строительство береговых комплексов.</p> <p>Принцип реализации:</p> <ul style="list-style-type: none">– нефть с выносного отгрузочного терминала нефтедобывающей платформы перегружается в танкеры-челноки, которые доставляют груз нефти на береговой комплекс (п-ов Ямал), включающий нефтехранилище и терминал по приему и отгрузке нефти, где она проходит подготовку к транспортировке и перегружается в линейные танкеры грузоподъемностью до 150 тыс. т.;– природный газ будет поступать с газодобывающей платформы, оборудованной установками по сжатию природного газа и отгрузке в танкеры-челноки, на береговой комплекс, где природный газ будет сжиматься на заводе СПГ и далее транспортироваться на рынок сбыта линейными танкерами СПГ вместимостью 150 тыс. куб. м.

1	2
3.Схема транспортировки «газонефтепровод - линейные танкеры»	Данный вариант подразумевает строительство береговых комплексов. Принцип реализации: <ul style="list-style-type: none">– нефть с нефтедобывающей платформы транспортируется по трубопроводу на береговой комплекс (п-ов Ямал), включающий нефтехранилище и терминал по приему и отгрузки нефти, где она проходит подготовку к транспортировке и перегружается в линейные танкеры грузоподъемностью до 150 тыс. т.;– природный газ будет транспортироваться по трубопроводу с газодобывающей платформы на береговой комплекс, где природный газ будет сжижаться на заводе СПГ и далее транспортироваться на рынок сбыта линейными танкерами СПГ вместимостью 150 тыс. куб. м.

При выборе способов транспортировки углеводородов во внимание должны приниматься как преимущества, так и недостатки возможных вариантов. Например, строительство трубопроводов в зоне вечномёрзлых грунтов требует дополнительных технических решений, что, несомненно, увеличит стоимость проекта [4-6]. Или, например, наиболее универсальной схемой транспортировки углеводородов с континентального шельфа является транспортировка линейными танкерами с добывающей платформы непосредственно на рынок сбыта, без промежуточной остановки на берегу [7]. Однако на шельфе северных морей со сложной ледовой обстановкой, огромным объемом добычи нефти и газа, размещение объектов, предназначенных для хранения, подготовки углеводородов к транспорту и их отгрузки в море, может потребовать больших вложений. Поэтому организация транспортной инфраструктуры, включающей строительство берегового комплекса, возможно, будет более оправданной с технической стороны и выгодной с точки зрения инвестиций [8].

В качестве критерия для выбора оптимального способа транспортировки нефти и газа при освоении месторождений должна выступать оценка экономической эффективности транспортного проекта [9, 10].

В работе были рассмотрены условия обустройства месторождений, находящихся на шельфе Карского моря, и произведены расчеты инвестиционных вложений для организации транспортной инфраструктуры по вариантам (табл. 3).

Таблица 3

Инвестиции в транспортную инфраструктуру (для всех вариантов) при освоении лицензионных участков в Карском море

Объект инфраструктуры	Удельная мощность	Стоимость, млрд. руб.	Количество, шт.			Инвестиции, млрд. руб.		
			«линейные танкеры»	«танкеры-челноки - линейные танкеры»	«газонефтепровод – линейные танкеры»	«линейные танкеры»	«танкеры-челноки – линейные танкеры»	«газонефтепровод – линейные танкеры»
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плавучий завод СПГ	18 млрд. м ³	1421,0	3	0	0	4264,0	0	0
Линейные танкеры СПГ	150 тыс. м ³	7,5	80	80	80	600,0	600,0	600,0
Танкеры-челноки для перевозки сжатого газа	20 тыс. т	2,25	0	15	0	0	33,75	0



1	2	3	4	5	6	7	8	9
Газопровод	18 млрд. м ³ /год	180,0	0	0	3	0	0	675,0
Береговой терминал по приему сжатого газа	54 млрд. м ³ /год	161,0	0	1	1	0	161,0	161,0
Береговой завод СПГ	54 млрд. м ³ /год	2625,0	0	1	1	0	2625,0	2625,0
Береговой терминал по отгрузке СПГ	40 млн. т/год	210,0	0	1	1	0	210,0	210,0
Судно для хранения и отгрузки нефти	8 млн. т/год	44,0	6	0	0	263,0	0	0
Линейные нефтяные танкеры	150 тыс. т	2,5	50	50	50	125,0	125,0	125,0
Нефтяные танкеры-челноки	20 тыс. т	1,0	0	15	0	0	15,0	0
Нефтепровод	16 млн. т/год	133,3	0	0	3	0	0	500,0
Береговой терминал по приему нефти	48 млн. т/год	155,0	0	1	1	0	155,0	155,0
Береговое хранилище нефти	2,4 млн. т	50,0	0	1	1	0	50,0	50,0
Береговой терминал по отгрузке нефти	48 млн. т/год	128,0	0	1	1	0	128,0	128,0
Транспортная инфраструктура, итого						5252,0	4093,0	5229,0

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что в настоящее время наиболее экономически целесообразным является вариант освоения месторождений шельфа Карского моря транспортной схемой «танкеры-челноки – линейные танкеры» (рис. 1).

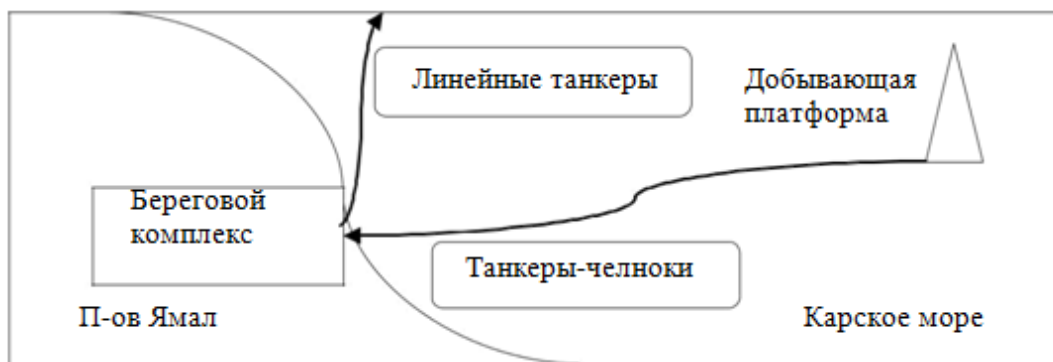


Рис. 1. - Транспортная схема «танкеры-челноки – линейные танкеры» [3]

Однако следует добавить, что при развитии технологий строительства трубопроводных систем в сложных условиях северных морей, вариант «трубопровод - линейные танкеры» будет иметь более высокие показатели эффективности, так как амортизационные расходы будут в разы меньше, чем при реализации первых двух вариантов, а возможность прокачки углеводородов круглогодично позволит перекрыть высокую стоимость строительства трубопроводов.

Литература

1. Богоявленский В.И. Нефтегазодобыча в Мировом океане и потенциал российского шельфа // ТЭК стратегии развития. 2012. № 6. С. 44-52.
2. Ананьев В.В. Проблемы и перспективы освоения ресурсной базы углеводородов в арктических акваториях России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 3. С. 42-47.



3. Мочалов Р.А. Основные проблемы освоения континентального шельфа России // Проблемы и перспективы модернизации российской экономики: Сб. науч. тр. / отв. ред. А.В. Алексеев, Л.К. Казанцева. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2014. С. 263-271.

4. Долганов В.А., Адамия Д.Д., Томарева И.А. Инновационные технологии строительства нефте- и газопроводов в вечномёрзлых грунтах // Инженерный вестник Дона. 2021. № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6958.

5. Томарева И.А., Омаров Т.О., Голубитченко К.В. Анализ теплового воздействия нефтепровода на грунты Арктического шельфа // Успехи современного естествознания. 2021. № 6. URL: natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37653.

6. Томарева И.А., Юдин В.В., Маслов В.С. Анализ технических решений строительства газопроводов в районах со сложными гидрометеорологическими условиями // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5584.

7. Глухарева Е.К. Челночные характеристики морской транспортировки углеводородного сырья в регионах российской Арктики // Нефть, газ и бизнес. 2011. № 9. С. 17-20.

8. Томарева И.А. Проектирование подводных нефтегазопроводов: учеб. пособие // ВолГАСУ, Волгоград, 2016. 91 с.

9. Fullenbaum R., Fallon J., Flanagan B. Oil & Natural Gas Transportation & Storage Infrastructure: Status, Trends, & Economic Benefits. Washington: IHS Global Inc., 2013. 85 p.

10. Ebinger Ch., Banks J., Schackmann A. Offshore oil and gas governance in the arctic: A Leadership Role for the U.S. URL: brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/Offshore-Oil-and-Gas-Governance-text-revised.pdf (дата обращения: 28.10.2021).

References

1. Bogojavlenskij V.I. TJeK strategii razvitija. 2012. № 6. pp. 44-52.
2. Anan'ev V.V. Mineral'nye resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie. 2010. № 3. pp. 42-47.
3. Mochalov R.A. Problemy i perspektivy modernizacii rossijskoj jekonomiki: Sb. nauch. tr. Otv. red. A.V. Alekseev, L.K. Kazanceva. Novosibirsk: IJeOPP SO RAN, 2014. pp. 263-271.
4. Dolganov V.A., Adamija D.D., Tomareva I.A. Inzhenernyj vestnik Dona. 2021. № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6958.
5. Tomareva I.A., Omarov T.O., Golubitchenko K.V. Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2021. № 6. URL: natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37653.
6. Tomareva I.A., Judin V.V., Maslov V.S. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5584.
7. Gluhareva E.K. Neft', gaz i biznes. 2011. № 9. pp. 17-20.
8. Tomareva I.A. Proektirovanie podvodnyh neftegazoprovodov [Design of underwater oil and gas pipelines]: ucheb. Posobie. VolgGASU, Volgograd: 2016. 91 p.
9. Fullenbaum R., Fallon J., Flanagan B. Oil & Natural Gas Transportation & Storage Infrastructure: Status, Trends, & Economic Benefits. Washington: IHS Global Inc., 2013. 85 p.
10. Ebinger Ch., Banks J., Schackmann A. Offshore oil and gas governance in the arctic: A Leadership Role for the U.S. URL: brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/Offshore-Oil-and-Gas-Governance-text-revised.pdf (data obrashhenija: 02.12.2021).