DOI: 10.17122/ntj-oil-2017-4-138-145

УДК 622.692

М.Г. Губайдуллин (Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, г. Архангельск, Российская Федерация), **В.Б. Коробов** (Северо-Западное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Архангельск, Российская Федерация), **В.В. Сарычев** (ООО «Нефтяная компания ВОСТОК НАО», пос. Искателей, Ненецкий автономный округ, Российская Федерация)

АНАЛИЗ ЗНАЧИМОСТИ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАЗВИТИЕ НЕФТЯНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

M.G. Gubaydullin (Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Federal Research Center Complex Study of Arctic Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russian Federation), **V.B. Korobov** (North-Western Branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russian Federation), **V.V. Sarychev** (Oil Company VOSTOK NAO LLC, pos. Iskateley, Yamal-Nenets Autonomous Okrug, Russian Federation)

ANALYSIS OF FACTORS SIGNIFICANCE FOR OIL TRANSPORT INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

Введение

Разведка, обустройство и разработка нефтяных и газовых месторождений северо-восточной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции сдерживается отсутствием транспортной инфраструктуры, развитие которой, как это следует из анализа перспектив малоизученных территорий, представляет собой самостоятельную задачу. Для выбора оптимального пути транспортировки добываемых нефтяных углеводородов из конкретного месторождения требуется рассмотрение нескольких вариантов, чтобы выбрать наиболее экономически целесообразный и экологически безопасный из них. При этом также необходимо учитывать и экономические показатели самих месторождений, что существенно увеличивает результативность принятых решений.

Background

Exploration, development and exploitation of oil and gas fields in the North-Eastern part of the Timan-Pechora oil and gas province is hampered by the lack of transport infrastructure, the development of which, as it follows from the analysis of the prospects for poorly studied territories, is an independent task. In order to choose the optimal route for transporting produced petroleum hydrocarbons from a particular field, several options are needed to select the most economically feasible and environmentally safe of them. At the same time, it is also necessary to take into account the economic performance of the deposits themselves, which significantly increases the effectiveness of the decisions taken.

© Губайдуллин М.Г., Коробов В.Б., Сарычев В.В., 2017

Цели и задачи

Цель - провести сравнительный анализ факторов, влияющих на развитие нефтяной транспортной инфраструктуры в Арктической зоне Европейской части РФ, путём экспертных опросов получить количественные оценки значимости факторов.

Результаты

На основании сравнения количественных оценок значимости факторов установлено, что для задач принятия стратегических решений выбора альтернатив логистических схем транспортировки нефтяных углеводородов из сухопутных арктических месторождений экономические факторы имеют существенное преимущество над природно-экологическими.

Сравнение абсолютных значений весовых коэффициентов, приведённых к единому масштабу, показывает, что вклад некоторых из них в конечный результат невелик - порядка 1 % и менее. Отсюда можно заключить, что частью факторов при разработке экспертно-аналитических систем можно пренебречь. Этот вывод имеет практическое приложение, поскольку позволяет отказаться от сбора информации по характеристикам этих факторов.

Aims and Objectives

The aim is to perform a comparative analysis of the factors affecting the development of the oil transport infrastructure in the Arctic zone of the European part of the Russian Federation by means of expert surveys to obtain quantitative estimates of the significance of the factors.

Results

On the basis of a comparison of quantitative assessments of the importance of factors, it is established that for strategic decision-making problems to choose alternatives to logistic schemes for transporting petroleum hydrocarbons from land arctic deposits, economic factors have a significant advantage over natural and environmental factors.

Comparison of the absolute values of the weight coefficients, reduced to a single scale, shows that the contribution of some of them to the final result is small - about 1 % or less. Hence it can be concluded that some of the factors in the development of expert-analytical systems can be neglected. This conclusion has a practical application, since it allows you to refuse to collect information on the characteristics of these factors.

Ключевые слова: Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция, Арктическая зона Европейской части Российской Федерации, нефтяная транспортная инфраструктура, экономические факторы, природно-экологические факторы

Key words: Timan-Pechora oil and gas province, Arctic zone of the European part of the Russian Federation, oil transport infrastructure, economic factors, natural and environmental factors

---

Введение

Разведка, обустройство и разработка нефтяных и газовых месторождений северо-восточной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПНГП) сдерживается отсутствием транспортной инфраструктуры, развитие которой, как это следует из анализа перспектив малоизученных территорий, представляет собой самостоятельную задачу.

Для выбора оптимального пути транспортировки добываемых нефтяных углеводородов из конкретного месторождения требуется рассмотрение нескольких вариантов, чтобы выбрать наиболее экономически целесообразный и экологически безопасный из них [1]. При этом также необходимо учитывать и экономические показатели самих месторождений, что существенно увеличивает результативность принятых решений.

Данную задачу выбора наиболее эффективной альтернативы можно решать различными способами. Однако на начальных стадиях реализации такого рода проектов, когда имеющейся информации для принятия решений явно недостаточно или она ограничена, наиболее эффективными представляются экспертные методы [2]. Практика показала, что они вполне применимы для оценки транспортных альтернатив вывоза нефти из севера ТПНГП морским путём. Так, в работе [3] было указано, что для осуществления этой задачи самым перспективным местом размещения морского нефтяного терминала является акватория, прилегающая к острову Варандей. Предпочтительность этого варианта обсуждалась и в других работах [4, 5]. На острове Варандей он и был построен в 2008 г. нефтяной компанией «ЛУКОЙЛ», технико-экономическое обоснование и инженерные изыскания подтвердили вывод, сделанный на основании обобщённых экспертных оценок 10 различных альтернатив.

При выборе факторов в расчёт принималось не только их влияние на транспортную инфраструктуру, но и влияние объектов инфраструктуры на природную среду при возможных аварийных разливах нефти, поскольку затраты на ликвидацию последствий, особенно на морских акваториях, куда нефть может попасть не только непосредственно, но и в результате выноса с суши, занимают много времени и требуют значительных затрат. В условиях высоких широт последствия могут ощущаться многие годы [6, 7]. Поэтому также необходимо принимать во внимание факторы, влияющие на распространение нефтяного загрязнения и эволюцию нефтяных углеводородов в почве и воде [8-11].

Методика

На создание транспортной инфраструктуры, а в Арктике в особенности, влияет множество факторов, но путём логического анализа число их можно существенно ограничить. Даже при очень большом их числе общее количество природных и экономических факторов укладывается в предел 25-35. Так и в данном случае их оказалось 30, разбитых

на 7 групп по происхождению от 3 до 6 факторов в каждой.

Количественные оценки факторов получают путём нахождения их весовых коэффициентов (ВК). В данной работе ВК факторов рассчитывались хорошо известным и широко используемым в задачах многокритериального оценивания методом анализа иерархий (МАИ) [12]. Оценка проводилась как для каждой группы в отдельности, так и для групп в целом.

В качестве экспертов выступили 9 человек. Квалификационный состав экспертов был достаточно высоким: 4 доктора наук: 2 - экономических, 1 - геолого-минералогических и 1 - географических; 4 кандидата наук: 2 - экономических, 2 - геолого-минералогических и 1 технический специалист высшей квалификации.

Практически все они, что немаловажно, имеют многолетний опыт проведения исследований различных проблем нефтегазового комплекса арктических и приарктических регионов.

Для оценки качества работы экспертов использовался принятый в МАИ критерий - так называемое отношение согласованности, числовое значение которого было принято достаточно жестким: отклонение от идеальных оценок не должно было превышать 10 %. В этот критерий уложилось значительное большинство экспертных суждений, что является подтверждением высокого статуса экспертов.

Согласно определению ВК, их сумма внутри группы должна быть равной единице, или 100 %. Но поскольку величина групп была разная, то среднее значение ВК для группы различной величины также будет разным, что делает невозможным их непосредственное сравнение между собой: факторы из меньших групп будут иметь завышенные значения по сравнению с факторами из групп с большим числом факторов, и наоборот. Особенно это заметно при большой разнице в размере групп.

Для приведения ВК к единому масштабу, они умножались на масштабный множитель, рассчитанный по формуле [13]:

$$m_j = \frac{Rn_{ij}}{N}, \quad (1)$$

где m_j - масштабный множитель;

n_{ij} - количество факторов в j -той группе;

N - общее количество факторов во всех группах;

R - число групп.

В нашем случае $N = 30$, $n_{ij} = 3, \dots, 6$. Соответствующие значения m_j , рассчитанные по (1), будут равны 0,6999 для $n = 3$; 0,9332 для $n = 4$; 1,1665 для $n = 5$; 1,3998 для $n = 6$. Для абсолютного сравнения ВК, а не только внутри групп, что также необходимо для полноты анализа, после приведения к единому масштабу их ещё следует умножить на межгрупповые ВК.

Результаты и обсуждение

Полученные таким образом значения ВК представлены в таблице 1. Для полноты анализа в таблице приведены и межгрупповые ВК, а для удобства сравнения все значения ВК умножены на 100, т.е. выражены в процентах. Отметим, что внутригрупповые и межгрупповые ВК сравнивать между собой нельзя, поскольку первые являются результатом приведения, а вторые взяты в исходном виде.

Прежде всего, следует отметить, что эксперты отдали существенное предпочтение экономическим факторам перед эколого-природными. В численном выражении ВК экологических и природных факторов суммарно равны 34,5, в то время как экономических - 65,5. Если же рассматривать средние величины - 1,92 и 5,46 соответственно, то эта разница будет ещё заметнее, почти в 3 раза, поскольку экологических и природных факторов 18, а экономических 12. Если ранжировать факторы по группам по убыванию их значимости, то получим следующую картину: доходы, капитальные и текущие затраты (равная значимость), физико-географические и геологические, экологические, гидрологические, климатические.

На этом факте следует остановиться подробнее, поскольку полученное распределение групп факторов вряд ли является случайным. Судя по всему, эксперты приняли в

расчёт то обстоятельство, что природные условия в Арктике хоть и являются суровыми, но в то же время и стабильные.

Технологии освоения нефтегазовых месторождений в таких условиях давно разработаны и апробированы на практике.

Экологическая ситуация в регионе по многочисленным оценкам в целом также не является острой. Другими словами, она не требует специальных затрат на подготовку территорий и акваторий к проведению работ. Расходы же на экологическую безопасность традиционны и понятны.

Иное дело с экономическими факторами. Их можно разделить на две группы: относительно стабильные и переменные.

Первые из них, такие как затраты на строительство, хорошо известны и получаются прямым расчётом. А вот переменные факторы, такие как стоимость нефти и газа, различного рода арендные платежи и налоги - величины, колеблющиеся в широких пределах в зависимости от конъюнктуры рынка, геополитической ситуации и изменения законодательства. Даже небольшие изменения в них могут решающим образом повлиять на рентабельность проекта, вплоть до отказа от его реализации. Отсюда и такое превосходство экономических факторов над всеми прочими.

Рассмотрим *абсолютные значения весовых коэффициентов* факторов. Наиболее значимыми оказались (в порядке уменьшения): цена на нефть - бесспорный лидер, стоимость оборудования, стоимость строительного-монтажных работ и услуг, стоимость услуг магистральных трубопроводов, стоимость фрахта.

Все они относятся к экономическому блоку и самым серьёзным образом влияют на показатели проекта в целом. Их общий вклад, как это хорошо видно из таблицы 1, весьма высок и составляет 36,7 %. Всего вклад экономических факторов составляет 61 % (в среднем 5,08 % на один фактор), а природно-экологических 39 % (2,17 % в среднем). Оба этих показателя свидетельствуют о существенном превосходстве экономических факторов над всеми остальными.

Таблица 1. Весовые коэффициенты влияющих факторов

№	Факторы	ВК
	<i>Экологические</i>	<i>9,5</i>
1	Особо охраняемые природные территории	3,88
2	Водоохранные зоны водотоков и водоемов	2,21
3	Зоны повышенной биопродуктивности	2,18
4	Степень загрязненности природной среды	1,02
	<i>Климатические</i>	<i>5,4</i>
5	Ветровой режим	0,89
6	Температурный режим	1,14
7	Режим осадков	0,99
8	Опасные гидрометеорологические явления	2,26
	<i>Гидрологические</i>	<i>9,0</i>
9	Заболоченность территории	3,48
10	Переходы через водотоки и водоемы	2,70
11	Уровенный режим	1,10
12	Ледовый режим	1,52
	<i>Физико-географические и геологические</i>	<i>10,6</i>
13	Рельеф	2,28
14	Почвенные условия и грунты	1,50
15	Ресурсный потенциал	3,97
16	Криогенные процессы	2,83
17	Экзогенные процессы	2,68
18	Сейсмичность	2,30
	<i>Капитальные затраты</i>	<i>17,9</i>
19	Стоимость оборудования	6,57
20	Стоимость строительно-монтажных работ и услуг	5,81
21	Пошлины на импортное оборудование	2,91
22	Стоимость кредитных ресурсов	3,82
23	Получение доступа к источникам сырья	2,73
	<i>Текущие затраты</i>	<i>17,9</i>
24	Тарифы на электроэнергию для транспортировки	2,84
25	Стоимость фрахта	5,34
26	Стоимость услуг магистрального трубопровода	5,51
27	Размер акцизов, таможенных пошлин и НДС	3,79
	<i>Доходы</i>	<i>29,7</i>
28	Цена на нефть	13,46
29	Налоги, сборы во внебюджетные фонды	3,29
30	Валютный курс	4,98

Результаты нельзя назвать случайными: число экономистов среди экспертов было 4 из 9, т.е. меньше половины, и утверждать, что имеет место смещение оценок в сторону «ведомственных» интересов нет никаких оснований.

Полученные результаты позволяют использовать их в моделях выбора принятия стратегических решений, таких как, например, балльные классификации. Расчёт баллов производится по формулам вида

$$I_j = \sum_{i=1}^n k_i p_i, \quad (2)$$

где I_j - интегральный показатель характеристик объекта, баллы;

k_i - весовые коэффициенты соответствующих факторов;

$j = 1, \dots, m$ - количество объектов;

p_i - числовая характеристика показателей объекта, баллы;

$i = 1, \dots, n$ - количество показателей.

Список литературы

1. Бахтизин Р.Н., Кантор О.Г., Набиев Р.Р. Оценка техногенного риска как многокритериальная задача управления объектами трубопроводных систем // Экономика переходного периода: опыт, проблемы, пути становления: межвуз. сб. науч. тр. Уфа, 1998. С. 200-206.
2. Сарычев В.В. Применение методики экспертно-аналитической оценки для решения логистических задач при создании нефтетранспортной инфраструктуры // Перспективы и проблемы освоения нефтегазовых месторождений приарктической зоны России: матер. науч.-практ. конф. / Отв. ред. проф. М.Г. Губайдуллин. Архангельск: САФУ, 2016. С. 60-65.
3. Коробов В.Б. Географическое обоснование создания транспортной инфраструктуры Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Известия РАН. Серия географическая. 2006. № 4. С. 87-98.
4. Алекперов В.Ю. Стратегия развития // Нефть России. 1999. № 5. С. 4-11.
5. Vikhamar T., Gubaidullin M.G. Northern Gateway Oil Terminal Study // The Proceedings of the Fifth (1995) International Offshore and Polar Engineering Conference. The Hague, The Netherlands, 1995. Vol. II. P. 501-506.

Выводы

Основные итоги проведенного анализа значимости влияющих факторов.

1. Для задач принятия стратегических решений выбора альтернатив логистических схем транспортировки нефтяных углеводородов из сухопутных арктических месторождений экономические факторы доминируют над природно-экологическими факторами.

2. Сравнение абсолютных значений весовых коэффициентов, приведённых к единому масштабу, показывает, что вклад некоторых из них в конечный результат невелик - порядка 1 % и менее. Отсюда можно заключить, что частью факторов при разработке экспертно-аналитических систем можно пренебречь.

Этот вывод имеет практическое приложение, поскольку позволяет отказаться от сбора информации по характеристикам этих факторов.

References

1. Bakhtizin R.N., Kantor O.G., Nabiev R.R. Otsenka tekhnogenogo riska kak mnogokriterial'naya zadacha upravleniya ob'ektami truboprovodnykh system [Evaluation of Technogenic Risk as a Multi-Criteria Task for Managing Pipeline Facilities]. *Mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov «Ekonomika perekhodnogo perioda: opyt, problemy, puti stanovleniya»* [Collection of Scientific Works of the V International Correspondence Scientific-Practical Conference of Young Scientists «Transition Economics: Experience, Problems, Ways of Becoming»]. Ufa, 1998, pp. 200-206. (in Russ.).
2. Sarychev V.V. Primenenie metodiki ekspertno-analiticheskoi otsenki dlya resheniya logisticheskikh zadach pri sozdanii nefтетransportnoi infrastruktury [Application of the Methodology of Expert-Analytical Assessment for the Solution of Logistical Tasks in the Creation of the Oil Transport Infrastructure]. *Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii «Perspektivy i problemy osvoeniya neftegazovykh mestorozhdenii priarkkticheskoi zony Rossii»* [Materials of the Scientific-Practical Conference «Prospects and Problems of Development of Oil and Gas Deposits of the Arctic Zone of Russia»]. Managing Ed. Prof. M.G. Gubaidullin. Arkhangel'sk, SAFU Publ., 2016, pp. 60-65. (in Russ.).
3. Korobov V.B. Geograficheskoe obosnovanie sozdaniya transportnoi infrastruktury Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provintsii [Geographical

6. Кормак Д. Борьба с загрязнением моря нефтью и химическими веществами. М.: Транспорт, 1989. 365 с.

7. Balks M.R., Paetzold R.F., Kimble J.H. Effects of Hydrocarbons Spills on the Temperature and Moisture Regimes of Creosols in the Ross Sea Region // *Antarctic Science*. 2002. V. 14, No. 4. P. 319-326.

8. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во Московского университета, 1998. 376 с.

9. Bobra A.M., Fingas F. The Behavior and Fate of Arctic Oil Spills // *Water Science Technology*. 1986. V. 18. P. 13-23.

10. Dahle S., Savinov V., Petrova V. e.a. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PANs) in Norwegian and Russian Arctic Marine Sediments: Concentrations, Geographical Distribution and Sources // *Norwegian Journal of Geology*. 2006. V. 86. P. 41-50.

11. Fingas M.F., Hollebone B.P. Review of Behavior of Oil in Freezing Environments // *Marion Pollution Bulletin*. 2003. V. 47, No. 9-12. P. 333-340.

12. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. М.: Радио и связь, 1991. 224 с.

13. Коробов В.Б. Экспертные методы в географии и геоэкологии. Архангельск: Изд-во Поморского государственного университета, 2008. 244 с.

Substantiation of the Creation of the Transport Infrastructure of the Timan-Pechora Oil and Gas Province]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya - Izvestiya RAN. Geographic series*, 2006, No. 4, pp. 87-98. (in Russ.).

4. Alekperov V.Yu. Strategiya razvitiya [Development Strategy]. *Neft' Rossii - Oil of Russia*, 1999, No. 5, pp. 4-11. (in Russ.).

5. Vikhamar T., Gubaidullin M.G. Northern Gateway Oil Terminal Study. *The Proceedings of the Fifth (1995) International Offshore and Polar Engineering Conference*. The Hague, The Netherlands, 1995, Vol. II, pp. 501-506.

6. Кормак Д. Борьба с загрязнением моря нефтью и химическими веществами [Combating Marine Pollution with Oil and Chemicals]. Moscow, Transport, 1989. 365 p. (in Russ.).

7. Balks M.R., Paetzold R.F., Kimble J.H. Effects of Hydrocarbons Spills on the Temperature and Moisture Regimes of Creosols in the Ross Sea Region. *Antarctic Science*, 2002, V. 14, No. 4, pp. 319-326.

8. Solntseva N.P. *Dobycha nefiti i geokhimiya prirodnikh landshaftov* [Oil Production and Geochemistry of Natural Landscapes]. Moscow, Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1998. 376 p. (in Russ.).

9. Bobra A.M., Fingas F. The Behavior and Fate of Arctic Oil Spills. *Water Science Technology*, 1986, V. 18, pp. 13-23.

10. Dahle S., Savinov V., Petrova V. e.a. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PANs) in Norwegian and Russian Arctic Marine Sediments: Concentrations, Geographical Distribution and Sources. *Norwegian Journal of Geology*, 2006, V. 86, pp. 41-50.

11. Fingas M.F., Hollebone B.P. Review of Behavior of Oil in Freezing Environments. *Marion Pollution Bulletin*, 2003, V. 47, No. 9-12, pp. 333-340.

12. Saati T., Kerns K. *Analiticheskoe planirovanie* [Analytical Planning]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 1991. 224 p. (in Russ.).

13. Korobov V.B. *Ekspertnye metody v geografii i geoekologii* [Expert Methods in Geography and Geoecology]. Arkhangel'sk, Pomorskii gosudarstvennyi universitet Publ., 2008. 244 p. (in Russ.).

Авторы

• Губайдуллин Марсель Галиуллинович, д-р геол.-мин. наук, профессор
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова
Зав. кафедрой транспорта, хранения нефти, газа и нефтегазопромыслового оборудования
Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, 14

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики Российской Академии наук
Главный научный сотрудник
Российская Федерация, 163000,
г. Архангельск, ул. Садовая, 3
тел. (8182) 21-89-44
e-mail: m.gubaidulin@narfu.ru

The Authors

• Gubaydullin Marsel G., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
Head of the Department of Transport, Storage of Oil, Gas and Oil Field Equipment
14, nab. Severnoy Dviny, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation

Federal Research Center of Complex Study of Arctic, Russian Academy of Sciences
Chief Researcher
3, Sadovaya str., 163000, Arkhangelsk, Russian Federation
tel: (8182) 21-89-44
e-mail: m.gubaidulin@narfu.ru

• Коробов Владимир Борисович, д-р геогр. наук
Северо-Западное отделение Института
океанологии им. П.П. Ширшова
Российской академии наук
Директор
Российская Федерация, 163002, г. Архангельск,
наб. Северной Двины, 112, к. 3, офис 321
тел. (8182) 42-00-47
e-mail: szoioran@mail.ru

• Korobov Vladimir B., Doctor of Geographic
Sciences
North-Western Branch of the P.P. Shirshov Institute
of Oceanology, Russian Academy of Sciences
Director
112, k. 3, office 321, nab. Severnoy Dviny,
Arkhangelsk, 163002, Russian Federation
tel: (8182) 42-00-47
e-mail: szoioran@mail.ru

• Сарычев Владимир Вячеславович
ООО «Нефтяная компания ВОСТОК НАО»
Генеральный директор
Российская Федерация, 166701,
Ненецкий автономный округ, пос. Искателей,
проезд Лая-Вожский, 16
тел. (81853) 6-41-82
e-mail: Vladimir.Tzibin@lukoil.com

• Sarychev Vladimir V.
Oil Company VOSTOK NAO LLC
General Director
16, Laia-Vozhskiy pr., pos. Iskateley, 166701,
Yamal-Nenets Autonomous Okrug,
Russian Federation
tel: (81853) 6-41-82
e-mail: Vladimir.Tzibin@lukoil.com