DOI: 10.17122/ntj-oil-2018-3-23-31

УДК 504.05+330.4

М.Г. Губайдуллин, А.Е. Кузнецов (Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Российская Федерация),
В.Б. Коробов (Северо-Западное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Архангельск, Российская Федерация)

О МЕТОДОЛОГИИ ВЫБОРА МЕСТА РАЗМЕЩЕНИЯ ВАХТОВЫХ ПОСЁЛКОВ ПРИ ПОМОЩИ ЭКСПЕРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Marsel G. Gubaydullin, Aleksey E. Kuznetsov (Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russian Federation),
Vladimir B. Korobov (North-Western Branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russian Federation)

ON METHODOLOGY OF CAMP ACCOMONDATION FOR FLY-IN FLY-OUT WITH USE OF EXPERT TECHNOLOGIES

Введение

Освоение нефтегазовых ресурсов осуществляется преимущественно вахтовым методом. Вахтовые поселки создаются как на стадии строительства объектов транспортной инфраструктуры, так и при обустройстве и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Тем не менее, несмотря на практическую важность данного вопроса, методология эффективного размещения вахтовых посёлков нефтегазовой отрасли до сих пор недостаточно проработана.

Цели и задачи

Целью является апробация разработанной модели выбора варианта размещения вахтовых посёлков на примере территории севера Тимано-Печорской нефтегазовой провинции в центральной части Ненецкого автономного округа.

Методы

Использован метод балльных классификаций, основанный на сравнении балльных оценок показателей влияющих факторов.

Результаты

Разработана модель выбора варианта размещения вахтовых посёлков.

Background

The development of oil and gas fields is carried out mainly by the rotational method. The camps for fly-in fly-out are created both at the construction stage of transport infrastructure objects, as well as in the construction and operation of oil and gas fields. Nevertheless, despite the practical importance of this problem, the methodology for the effective camps accomondation in the oil and gas industry is still not sufficiently developed.

Aims and Objectives

The aim is the approbation of the developed model of the camps accomondation choice for the example of the north of the Timan-Pechora oil and gas province in the central part of the Nenets Autonomous Okrug.

Methods

Method of point classifications based on comparison on influencing factors scores is used.

Results

A model for of camp accomondation for fly-in fly-out has been developed.

Успешное применение этой модели позволяет значительно снизить финансовые риски при реализации проекта при их строительстве.

В ходе тестирования разработанной модели рассмотрены 4 варианта размещения вахтового поселка на территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Проведено ранжирование предложенных вариантов с учетом весовых коэффициентов влияющих факторов. Подробно изложена процедура проведения оценки альтернатив. По итогам ранжирования был определен наиболее предпочтительный вариант размещения посёлка.

Successful application of this model allows to significantly reduce financial risks during the project implementation during their construction.

During the testing of the developed model, 4 variants of camp accomodation for fly-in fly-out in the Timan-Pechora oil and gas province were considered. The ranking of the proposed variants is carried out taking into account the weight coefficients of the influencing factors. The procedure for evaluating alternatives is set out in detail. Based on the results of the ranking, the most preferable variant of accommodation was determined.

Ключевые слова: вахтовые поселки, метод балльных классификаций, экспертная оценка, ранжирование, весовые коэффициенты влияющих факторов

Key words: camps for fly-in fly-out, method of point classifications, expert evaluation, ranking, the weights of the influencing factors

Вахтовые посёлки - обязательный элемент инфраструктуры при разработке нефтяных и газовых месторождений [1]. Проблеме развития вахтовых посёлков посвящены исследования как отечественных, так и зарубежных специалистов [2]. В последние годы особое внимание исследователей уделяется разработке конструктивно-планировочных решений, позволяющих снизить стоимость строительства [3-5], в то время как проблема выбора места размещения возводимого объекта является недостаточно проработанной. Тем не менее, стоит отметить, что от выбора места расположения вахтового посёлка в небольшой степени зависят экономические показатели проекта в целом. При этом на данный выбор влияет значительное количество факторов.

При выборе оптимального места размещения вахтового посёлка одним из наиболее простых подходов является метод балльных классификаций, основанный на сравнении балльных оценок показателей влияющих факторов [6]. Сами факторы выбираются ис-

ходя из логического анализа причинно-следственных связей, влияющих на размещение объектов [7].

В общем виде модели балльных классификаций можно записать в виде многомерного интеграла. Но практика показывает, что для задач выбора и принятия решений достаточно двухуровневой модели, когда все факторы разбиваются на группы [6]:

$$I_L = \int_j^R \int_i^n k_j k_i p_i dk_j dk_i, \quad (1)$$

где p_i - балльные оценки показателей факторов (компонентов системы);

k_j - весовые коэффициенты групп факторов;

k_i - весовые коэффициенты факторов;

k_j - весовые коэффициенты групп;

$i = 1, \dots, n$ - количество факторов в группе;

$j = 1, \dots, R$ - количество групп;

L - количество альтернатив состояния системы.

Модель записана для двух уровней, когда факторы разбиваются на группы, но её

легко можно обобщить и на случаи объединения групп, что имеет место, когда количество факторов составляет сотни, а групп - десятки. Тогда мы получим многомерный интеграл.

Для непосредственных расчётов лучше записать выражение (1) через суммы [8]:

$$I_L = \sum_1^R k_j \sum_i^n k_{j,i} p_i, \quad (2)$$

Для суммарных оценок I_L в необходимых случаях может быть разработана специальная вербально-числовая шкала, при помощи которой полученный результат можно будет отнести к определённом классу. Построение таких шкал представляет собой самостоятельную задачу и зависит от цели моделирования.

При решении данной задачи оценивались факторы, непосредственно влияющие на целесообразность, экономическую эффективность и физическую осуществимость выбранного расположения вахтового посёлка. В основу выделения влияющих факторов заложен *принцип ограничений*, суть которого заключается в наличии комплекса условий, способных в той или иной степени отрицательно повлиять на проектные решения и сроки проведения работ [8].

В ходе проводимого исследования факторы были разбиты на 7 групп: экологические, гидрологические, климатические, геологические, социально-экономические, транспортные и строительные [9]. При этом принималось во внимание, что вахтовые посёлки являются одним из источников воздействия на природную среду. С помощью экспертных опросов в рамках *метода анализа иерархий* были рассчитаны весовые коэффициенты выделенных влияющих факторов [10].

Для апробации модели была выбрана территория севера Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции в центральной части Ненецкого автономного округа. В пределах данной территории расположены лицензионные блоки Центрально-Хорейверской впадины, в том числе Тэдинское, Северо-Сихорейское, Восточно-Сихорейское, Сихорейское, Северо-Ошкотынское и Южно-Сурхаратинское месторождения (рисунок 1).

К рассмотрению были приняты 4 варианта размещения вахтового посёлка.

Вариант 1

Местоположение вблизи Лигинской структуры. Ближайшие месторождения углеводородов: Верхнеколвинское, Пюсейское, Северо-Сихорейское, Восточно-Сихорейское. Ближайшая выявленная перспективная структура - Лигинская. Ключевая особенность расположения - близость к действующим объектам нефтедобывающей отрасли и нефтепроводу «Северо-Хоседаю - Мусюршор».

Вариант 2

Местоположение вблизи Западно-Тэдинской структуры. Ближайшие месторождения: Тэдинское, Северо-Ошкотынское, Северо-Сихорейское, Сихорейское. Ближайшая выявленная перспективная структура - Западно-Тэдинская. Ключевая особенность расположения - близость к действующим объектам нефтедобывающей отрасли и действующему нефтепроводу «Тэдинка - Ардалин».

Вариант 3

Местоположение близ подготовленных перспективных структур Северо-Коматынская и Коматынская. Ближайшее действующее месторождение - Сихорейское. Характерная особенность расположения - удобные для строительства ландшафтные структуры, требующие минимальные относительно других вариантов размещения затраты на инженерную подготовку территории.

Вариант 4

Местоположение близ подготовленных перспективных структур: Южно-Ямботинская, Верхнеколвинская неантиклинальная ловушка. Ближайшее действующее месторождение - Верхнеколвинское. Ключевая особенность расположения - соседство с неразведанными участками территории с возможной перспективой их использования. Существенный недостаток варианта - удалённость от действующих нефтетранспортных систем.

Ранжирование вариантов целесообразнее проводить в несколько этапов. Это продиктовано логикой принятия стратегических управленческих решений, которые производятся последовательно по мере накопления информации и конкретизации конечной цели

проекта. Поэтому на ранних этапах, когда только происходит формирование инвестиционного замысла, для сравнения вариантов вполне допустимо применять более простые экспертные технологии, позволяющие быстро получать результат. При этом необходимо иметь в виду, что усложнение технологий оценивания, в частности введение в них весовых коэффициентов, может изменить порядок ранжирования даже без увеличения информационной базы. Но при большом количестве альтернатив (порядка десяти) такой подход позволяет изъять из рассмотрения заведомо неприемлемые варианты, которыми являются явные аутсайдеры, и тем самым существенно сократить время на предпроектные стадии. В рамках концепции наращивания сложности методологии оценки альтернатив рассмотрим две последовательные процедуры сравнения: ранжирование суммарных балльных оценок и ранжирование суммарных балльных оценок с учётом весовых коэффициентов влияющих факторов.

При оценке вариантов размещения была использована десятибалльная оценочная шкала. Ранг 10 соответствовал наилучшему значению показателя, ранг 1 - наихудшему. Полученные результаты ранжирования представлены в таблице 1.

По итогам оценки варианты строго ранжировались в следующем порядке: наивысшую сумму баллов получил первый вариант размещения посёлка, минимальную - четвёртый.

На втором этапе оценки полученные по итогам ранжирования значения умножались на соответствующие весовые коэффициенты влияющих факторов и суммировались для определения итоговой оценки рассматриваемого варианта. Результат ранжирования приведен в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, итоговый результат ранжирования оказался таким же. Однако различия между вариантами стали более существенными. В этом легко убедиться, если сопоставить различия в процентном отношении: при простом суммировании балльных оценок различия второго, третьего и четвертого вариантов по отношению с первым составляли 5,4 %, 11,3 % и 20,2 % соответственно, а для суммарных балльных оценок с весовыми коэффициентами различия составили 7,9 %, 16,0 % и 29,2 %, что заметно больше.

Данное обстоятельство облегчает классификацию объектов и делает более обоснованным выделение лидеров и аутсайдеров.

Рисунок 1. Варианты размещения вахтового посёлка

Таблица 1. Результаты сравнения вариантов размещения вахтового посёлка методом балльных классификаций

Факторы		Альтернативы			
		1	2	3	4
1	Уровень загрязнения окружающей среды	3	4	7	8
2	Наличие особо охраняемых природных территорий	5	5	5	5
3	Водоохранные зоны водных объектов	8	3	5	7
4	Заболоченность территории	5	3	2	10
5	Количество водотоков	3	8	5	4
6	Питьевые подземные воды	6	6	6	4
7	Уровень грунтовых вод	5	3	2	5
8	Циркуляция атмосферы	6	6	6	8
9	Температурный режим	6	6	6	4
10	Количество солнечных дней в году	6	6	6	4
11	Стихийные гидрометеорологические явления	5	5	5	5
12	Сейсмичность	5	5	5	5
13	Многолетнемёрзлые породы	6	6	6	4
14	Экзогенные процессы	5	4	5	7
15	Рельеф	10	2	9	7
16	Тип грунта	5	5	5	5
17	Наличие незанятого населения	5	5	5	4
18	Наличие режимных объектов на территории	5	5	5	5
19	Объёмы добычи на месторождениях	8	10	4	4
20	Количество работающей техники	6	8	4	2
21	Расстояние до месторождений	10	8	6	1
22	Расстояние до крупных транспортных узлов	10	10	5	1
23	Наличие транспортной инфраструктуры	9	9	4	1
24	Экономическая целесообразность строительства вахтового посёлка	6	6	6	4
25	Объём затрат на сооружения инженерного обеспечения	6	6	6	6
26	Объём затрат на инженерную подготовку территории	4	5	9	4
27	Функциональные зоны	5	5	5	5
28	Планировочные структуры	5	5	5	5
	Σ	168	159	149	134

Таблица 2. Результаты сравнения вариантов размещения вахтового посёлка методом анализа иерархий

Факторы		Альтернативы				Весовые коэффициенты
		1	2	3	4	
1	Уровень загрязнения окружающей среды	3	4	7	8	0,037
2	Наличие особо охраняемых природных территорий	5	5	5	5	0,077
3	Водоохранные зоны водных объектов	8	3	5	7	0,056
4	Заболоченность территории	5	3	2	10	0,030
5	Количество водотоков	3	8	5	4	0,018
6	Питьевые подземные воды	6	6	6	4	0,020
7	Уровень грунтовых вод	5	3	2	5	0,014
8	Циркуляция атмосферы	6	6	6	8	0,033
9	Температурный режим	6	6	6	4	0,041
10	Количество солнечных дней в году	6	6	6	4	0,021
11	Стихийные гидрометеорологические явления	5	5	5	5	0,034
12	Сейсмичность	5	5	5	5	0,027
13	Многолетнемёрзлые породы	6	6	6	4	0,029
14	Экзогенные процессы	5	4	5	7	0,033
15	Рельеф	10	2	9	7	0,031
16	Тип грунта	5	5	5	5	0,024
17	Наличие незанятого населения	5	5	5	4	0,034
18	Наличие режимных объектов на территории	5	5	5	5	0,055
19	Объёмы добычи на месторождениях	8	10	4	4	0,023
20	Количество работающей техники	6	8	4	2	0,012
21	Расстояние до месторождений	10	8	6	1	0,040
22	Расстояние до крупных транспортных узлов	10	10	5	1	0,046
23	Наличие транспортной инфраструктуры	9	9	4	1	0,100
24	Экономическая целесообразность строительства вахтового посёлка	6	6	6	4	0,079
25	Объём затрат на сооружения инженерного обеспечения	6	6	6	6	0,027
26	Объём затрат на инженерную подготовку территории	4	5	9	4	0,027
27	Функциональные зоны	5	5	5	5	0,016
28	Планировочные структуры	5	5	5	5	0,018
	Σ	6,357	5,852	5,339	4,565	

Результаты ранжирования позволили выявить следующие особенности предложенных вариантов.

В группе экологических факторов по фактору «Уровень загрязнения окружающей среды» заметное превосходство оказалось за вариантами 3 и 4, так как они соседствовали лишь с перспективными участками разработки, в то время как предложенные варианты 1 и 2 располагались на территории, находящейся на незначительном удалении от действующих нефтедобывающих объектов. Фактор наличия водоохранных зон водных объектов дал более высокий балл вариантам 1 и 4.

Оценка гидрологических факторов не дала существенного преимущества какому-либо из предложенных вариантов ввиду незначительного общего вклада в итоговый результат из-за низких значений весовых коэффициентов. В качестве исключения отдельно можно выделить лишь фактор заболоченности территории. Варианты 2 и 3 расположены на заболоченных участках местности. По этому фактору заметное преимущество остаётся за вариантом 4, предложенному к размещению в местности, процент заболоченности которой существенно ниже.

Оценка группы климатических факторов также дала незначительно различающиеся результаты по рассматриваемым вариантам, так как все они расположены в пределах одного климатического пояса на территории со схожими климатическими особенностями. Отдельно отличаются лишь ранги по варианту 4, расположенному чуть севернее остальных вариантов.

В группе геологических факторов ключевым оказался фактор рельефа рассматриваемой местности. Заметное преимущество выявлено у вариантов 1 и 3, относительно высокий балл получил и вариант 4, в то время как вариант 2 заметно уступает из-за более равнинного характера местности.

По группе социально-экономических факторов более высокие баллы получили ва-

рианты 1 и 2 ввиду близости к действующим объектам нефтедобывающей отрасли. Ключевым в данной группе оказался фактор «Объёмы добычи на месторождениях».

Группа транспортных факторов оказала самое существенное влияние на итоговые результаты оценки вариантов размещения. Варианты 1 и 2 расположены вблизи крупных действующих месторождений и основных транспортных систем, уровень транспортной инфраструктуры по близлежащим территориям также оценивается достаточно высоким баллом. На незначительном удалении от данных предложенных вариантов проходят магистральная автодорога и нефтепровод. Вариант 3 заметно уступает первым двум по указанным параметрам. Отдельно следует выделить вариант 4, являющийся абсолютным аутсайдером по всей группе транспортных факторов. Данный вариант расположен на крайне неблагоприятной с точки зрения транспортной доступности территории, в значительном удалении от объектов транспортной инфраструктуры.

По группе строительных факторов следует выделить результаты по фактору «Объём затрат на инженерную подготовку территории», где значительное преимущество обо-значилось за вариантом 3.

Данный вариант расположен на территории, отличающейся удобными для строительства ландшафтными структурами, требующими минимальных относительно других вариантов размещения затрат на инженерную подготовку территории.

Вывод

Таким образом, при строительстве вахтового посёлка в центральной части Ненецкого автономного округа наиболее перспективным представляется вариант размещения вблизи Лигинской структуры.

Дальнейшие исследования с применением аналитических сетей и расширением числа альтернатив позволят уточнить данный вывод.

Список литературы

1. Сергеева И.В. Исторические особенности, проблемы и тенденции организации труда вахтовым методом в условиях Крайнего Севера // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера [Электронный ресурс]. 2012. № 2. URL: <http://koet.syktsu.ru/vestnik/2012/2012-2/9/9.htm>.
2. Workers need to be housed // Middle East Economic Digest. 5/9/2008, Vol. 52. Issue 19. P. 8-8. Database: Business Source Corporate.
3. Nichols Applied Management // AOSA Camp Study, Submitted to Alberta Sustainable Resource Development. 2011.
4. Technisches Handbuch/STEICO construction // Gedruckt auf-zertifiziertem papier. 2011.
5. Wu T., Lu M. Remote Site Camp Costs Optimization for Mega Oil // Gas Projects. AACE International Transactions - OWN.1549. 2014
6. Коробов В.Б., Тутыгин А.Г. Классификационные методы решения эколого-экономических задач. Архангельск, 2010. 310 с.
7. Юдахин Ф.Н., Губайдуллин М.Г., Коробов В.Б. Экологические проблемы освоения нефтяных месторождений севера Тимано-Печорской провинции. Екатеринбург, 2002. 315 с.
8. Коробов В.Б. Экспертные методы в географии и геоэкологии. Архангельск: Поморский университет, 2008. 236 с.
9. Кузнецов А.Е. Классификация факторов влияния на выбор варианта размещения вахтового поселка // Развитие Северо-Арктического региона: проблемы и решения: матер. Науч. конф. проф.-преподавательского состава, науч. сотрудников и аспирантов Сев. (Арктич.) федер. ун-та им. М.В. Ломоносова. Архангельск, 2016. С. 444-446.
10. Кузнецов А.Е. Анализ факторов, влияющих на размещение вахтовых поселков нефтегазовой отрасли в Арктике // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17, № 2. С. 79-87.

References

1. Sergeeva I.V. Istoricheskie osobennosti, problemy i tendentsii organizatsii truda vakhtovym metodom v usloviyakh Krainego Severa [Historical Features, Problems and Trends of Rotational Labor Organization in the Far North]. *Korporativnoe upravlenie i innovatsionnoe razvitie ekonomiki Severa - Corporate Governance and Innovative Economic Development of the North* [Electronic Resource], 2012, No. 2, URL: <http://koet.syktsu.ru/vestnik/2012/2012-2/9/9.htm>. [in Russian].
2. Workers need to be housed. *Middle East Economic Digest*, 5.9.2008, Vol. 52, Issue 19, pp. 8-8. Database: Business Source Corporate.
3. Nichols Applied Management. *AOSA Camp Study, Submitted to Alberta Sustainable Resource Development*, 2011.
4. Technisches Handbuch/STEICO Construction. *Gedruckt auf-zertifiziertem papier*, 2011.
5. Wu T., Lu M. Remote Site Camp Costs Optimization for Mega Oil. *Gas Projects. AACE International Transactions - OWN.1549*, 2014.
6. Korobov V.B., Tutygin A.G. *Klassifikatsionnye metody resheniya ekologo-ekonomicheskikh zadach* [Classification Methods for Solving Ecological and Economic Problems]. Arkhangel'sk, 2010. 310 p. [in Russian].
7. Yudakhin F.N., Gubaidullin M.G., Korobov V.B. *Ekologicheskie problemy osvoeniya neftyanykh mestorozhdenii severa Timano-Pechorskoi provintsii* [Ecological Problems of Development of Oil Fields in the North of the Timan-Pechora Province]. Ekaterinburg, 2002. 315 p. [in Russian].
8. Korobov V.B. *Ekspertnye metody v geografii i geoekologii* [Expert Methods in Geography and Geoecology]. Arkhangel'sk, Pomorskii universitet, 2008. 236 p. [in Russian].
9. Kuznetsov A.E. Klassifikatsiya faktorov vliyaniya na vybor variant razmeshcheniya vakhtovogo poselka [Classification of Affecting Factors on the Choice of Siting of a Field Camp]. *Materialy nauchnoi konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov Severnogo (Arkticheskogo) federalnogo universiteta im. M.V. Lomonosova «Razvitie Severo-Arkticheskogo regiona: problemy i resheniya»* [Materials of Scientific Conference of Professor and Lecturer Staff, Researchers and Post-Graduate Students of the Northern (Arctic) Federal University Named after M.V. Lomonosov «Development of the North-Arctic Region: Problems and Solutions»]. Arkhangel'sk, 2016, pp. 444-446. [in Russian].
10. Kuznetsov A.E. Analiz faktorov, vliyayushchikh na razmeshchenie vakhtovykh poselkov neftegazovoi otrasli v Arktike [Analysis of factors affecting the siting of field camps of the oil and gas industry in the Arctic]. *Arctic Environmental Research*, 2017, Vol. 17, No. 2, pp. 79-87. [in Russian].

Авторы

• Губайдуллин Марсель Галиуллинович, д-р геол.-мин. наук, профессор
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова
Заведующий кафедрой транспорта, хранения нефти, газа и нефтегазопромыслового оборудования
Российская Федерация, 163002, г. Архангельск,
наб. Северной Двины, 14
тел. (8182) 21-89-44
e-mail: m.gubaidulin@narfu.ru

• Кузнецов Алексей Евгеньевич
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова
Аспирант кафедры транспорта, хранения нефти, газа и нефтегазопромыслового оборудования
Российская Федерация, 163002, г. Архангельск,
наб. Северной Двины, 14
e-mail: a.e.kuznecov@narfu.ru

• Коробов Владимир Борисович, д-р геогр. наук
Северо-Западное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова
Российской академии наук
Директор
Российская Федерация, 163000, г. Архангельск,
Маймаксанское ш., 1/1
e-mail: szoioran@mail.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
tel: (8182) 21-89-44
e-mail: m.gubaidulin@narfu.ru

• Kuznetsov Aleksey E.
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov
Undergraduate Student of the Department of Transport, Storage of Oil, Gas and Oil Field Equipment
14, nab. Severnoy Dviny, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation
e-mail: a.e.kuznecov@narfu.ru

• Korobov Vladimir B., Doctor of Geographic Sciences
North-Western Branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences
Director
1/1, Maymaksanskoe Hwy., Arkhangelsk, 163000, Russian Federation
e-mail: szoioran@mail.ru