

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ РЕШЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННОЙ РАЗРАБОТКЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В АРКТИЧЕСКИХ ШИРОТАХ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

О.А. Аксенова, доктор физико-математических наук, профессор;

Д.В. Иванова.

Северо-Западный институт управления

Дана количественная оценка вариантов решения методом анализа иерархий для обоснования выбора одного из трех альтернативных вариантов промышленной добычи углеводородного сырья в арктических широтах. Проведен анализ неопределенности.

Ключевые слова: Арктическая зона, принятие решений, математическое моделирование, теория управления, сложные процессы, оптимизация, оценка, неопределенность, критерии, выгоды, издержки, риски

QUANTITATIVE EVALUATION OF SOLUTION OPTIONS TO INDUSTRIAL PRODUCTION OF HYDROCARBONS IN THE ARCTIC ZONE UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

O.A. Aksenova; D.V. Ivanova. North-West institute of management

In the paper a quantitative evaluation of decision options by the hierarchy analysis process is given for the substantiation of one of three alternative variants of industrial production of hydrocarbons in the arctic zone. The uncertainty was analyzed.

Keywords: Arctic zone, decision making, mathematical modeling, management theory, complex processes, optimization, evaluation, criteria, uncertainty, benefits, costs, risks

Промышленное освоение Арктической зоны Российской Федерации приводит к значительному усилению антропогенного воздействия на природу, а возможное потепление климата повышает риски возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и тяжесть их последствий для экосистемы региона. Способствует этому и то обстоятельство, что в Арктике размещены потенциально опасные объекты, которые могут стать источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера. В первую очередь, к ним можно отнести объекты добычи, переработки и транспортировки нефти и газа, а также другие взрывопожароопасные объекты, такие, как пункты базирования и обеспечения атомных ледоколов и атомных кораблей ВМФ и аналогичные опасные объекты. В Арктической зоне присутствует целый ряд факторов, увеличивающих риски возникновения чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф. К их числу можно отнести преобладающую деревянную застройку населенных пунктов, очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий, низкую плотность населения и экстремальные природно-климатические условия региона.

Таким образом, промышленное освоение территории при соблюдении требований безопасности – одна из ключевых проблем Арктической зоны. Отметим, что дальнейшее промышленное освоение Арктической зоны, и, прежде всего, развитие добывающих, перерабатывающих и транспортных отраслей углеводородного сырья, приведёт лишь к усилению опасностей и к повышению рисков возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера. Поэтому при принятии решений о промышленном освоении

природных ресурсов Арктической зоны всё более актуальным становится математическое моделирование – единственный подход, способный учесть полностью многообразие факторов и параметров, оказывающих воздействие на все изучаемые процессы.

Использование математического аппарата, подходящего для анализа проблемы оценки экологического риска, приводит к задаче прогнозирования поведения сложных систем. Решение подобных задач теории управления сложными процессами может быть получено и обосновано методами активизации интуиции специалистов (МАИС). В соответствии с классификацией, разработанной первоначально Ф.Е. Темниковым [1], и впоследствии существенно развитой в работах многих авторов, к методам МАИС относятся:

- методы организации сложных экспертиз (метод решающих матриц, модели ПАТТЕРН);

- морфологические (метод отрицания и конструирования, метод систематического покрытия поля, метод морфологического ящика и др.);

- методы коллективных решений (SWOT-анализ, сценарные, Дельфи-методы, экспертное фокусирование, интеграция решений и т.п.);

- метод структуризации;

- метод анализа иерархий Т.Л. Саати.

В настоящей работе предложенный Т.Л. Саати метод анализа иерархий на основе оценок экспертов применяется к анализу экологической безопасности Арктической зоны. По отношению ко всем перечисленным методам он обладает рядом важных преимуществ, включая получение достаточно точных количественных оценок даже при неточных исходных данных на базе математического аппарата собственных значений и векторов матриц парных сравнений. В качестве экспертных оценок использовались мнения специалистов в рассматриваемой области, в частности, данные, приведенные в статье профессора В.К. Зиланова. Автор отмечает, что «Все разработки на континентальном шельфе Норвегии и на континентальном шельфе Шпицбергена подвергают риску, прежде всего, российскую исключительную экономическую зону (ИЭЗ). Этот факт должен особо учитываться, до настоящего времени ему не придавали должного внимания» [2]. Учет экологического риска делает недопустимым сохранение нынешней ситуации, поэтому автор выявляет две альтернативы:

- воздержаться от промышленной разработки углеводородных запасов на всей акватории Баренцева моря и, особенно, на путях миграции рыб, в связи с уязвимостью окружающей среды в Арктике;

- принять специальные стандарты промышленной разработки углеводородов в условиях Арктической зоны, при этом традиционному рациональному использованию возобновляемых морских живых ресурсов отдается приоритетное значение [2].

С учетом потенциальной (хотя и нежелательной) возможности продолжения промышленного освоения шельфа по прежним стандартам, добавим еще одну альтернативу, и обозначим альтернативы как:

- А1 – отказ от промышленной разработки на акватории Баренцева моря;

- А2 – промышленная разработка на акватории Баренцева моря;

- А3 – принятие специальных стандартов промышленной разработки в условиях Арктики.

Для изучения проблемы принятия решения о выборе одной из этих альтернатив применим метод анализа иерархий и подход, основанный на моделях «Выгод», «Издержек» и «Рисков» [3]. Рассматриваемые модели содержат иерархию управляющих факторов. Для «Выгод» и «Издержек» используются экологические, экономические и социальные факторы. Для «Рисков» применяются в расчет экологические, экономические и политические факторы.

Под «Выгодами» подразумеваются преимущества от промышленной разработки акватория Баренцева моря. «Издержки» включают затраты, необходимые для промышленной разработки. «Риски» учитывают возможные отрицательные последствия решений.

Полный расчет методом анализа иерархий основан на определении приоритетов (весов) всех элементов иерархии на всех уровнях. В частности, требуется составить матрицы парных сравнений – отдельно для альтернатив по каждому из факторов и отдельно для факторов относительно выгод, издержек и рисков – для каждого из критериев, а также найти оценки выгод, издержек и рисков по критериям и приоритеты альтернатив относительно достижения основной цели. Методика отыскания элементов матриц парных сравнений с использованием десятибалльной шкалы Т.Л. Саати изложена в работе [4].

Используя метод анализа иерархий и сравнивая попарно каждую альтернативу с остальными по каждому фактору [3], найдем приоритеты альтернатив по факторам (табл. 1).

Таблица 1

Альтернативы	Факторы		
	экологические	экономические	социально-политические
A1	0,588	0,091	0,125
A2	0,235	0,364	0,25
A3	0,177	0,545	0,625

Аналогично, определяя приоритеты по каждому фактору, получим обобщенные приоритеты по выгодам, издержкам и рискам (табл. 2).

Таблица 2

Факторы	Выгоды	Издержки	Риски
Экологический	0,308	0,476	0,686
Экономический	0,615	0,143	0,086
Социально-политический	0,077	0,381	0,228

Современную ситуацию в Арктике характеризуют: 1) изменение климата; 2) ускоренный процесс разграничения ИЭЗ и континентального шельфа среди приарктических государств – РФ, Норвегии, Канады, США, Гренландии (Дании); 3) природоохранная направленность при эксплуатации морских живых ресурсов и углеводородных запасов; 4) проявление повышенного интереса к ресурсам Арктики неарктическими государствами – Китаем, Японией, Европейскими странами, Южной Кореей и др., что вызывает беспокойство самих приарктических государств и усиливает конкуренцию за природные ресурсы этого района Мирового океана. Учитывая все эти обстоятельства, введем следующие критерии:

- K1 – влияние на изменение климата;
- K2 – преимущество в борьбе за территорию Арктики;
- K3 – роль в охране окружающей среды;
- K4 – конкуренция за природные ресурсы Арктической зоны.

Для определения вектора приоритета критериев построим матрицу парных сравнений, ячейки которой содержат сравнительные оценки «условных экспертов», характеризующие превосходство одного критерия над другими (табл. 3).

Таблица 3

Критерии	K1	K2	K3	K4
K1	1	2/5	2/5	1/2
K2	5/2	1	1	5/4
K3	5/2	1	1	5/4
K4	2	4/5	4/5	1

Вектор приоритета критериев равен $w = (0,124; 0,312; 0,312; 0,25)$.

В табл. 4 приведены результаты оценки выгод, издержек и рисков по критериям, полученные с использованием лингвистических стандартов.

Таблица 4

	K1 (0,124)	K2 (0,3125)	K3 (0,3125)	K4 (0,25)	Приоритеты
Выгоды	Низкий	Высокий	Средний	Высокий	0,343
Издержки	Высокий	Высокий	Низкий	Высокий	0,323
Риски	Средний	Высокий	Средний	Средний	0,334
Высокий – 0,517; Средний – 0,359; Низкий – 0,124					

Расчет на основании данных из табл. 1–4 дает следующие значения приоритетов изучаемых альтернатив относительно выгод, издержек, рисков и в целом (табл. 5).

Таблица 5

Альтернативы	Выгоды	Издержки	Риски	Глобальный приоритет
A1	0,247	0,341	0,44	0,342
A2	0,315	0,259	0,25	0,275
A3	0,438	0,4	0,31	<u>0,383</u>

По результатам расчета видно, что альтернатива A3 несущественно предпочтительнее других альтернатив. Это означает, что есть риск принять решение, не являющееся оптимальным, так как выбор одной из альтернатив при их приблизительно одинаковой важности достаточно сложен, если отсутствует более обоснованная количественная оценка.

Рассмотренная модель характеризуется неопределенностью, связанной со степенью надежности данных, на базе которых сформировались суждения. Источник этой неопределенности – возможная корректировка принятых решений так называемыми «неуправляемыми факторами», то есть теми факторами, которые или не можем контролировать, или этот контроль связан со значительными трудностями. В числе таких факторов – природные условия, действия конкурентов, экологическая политика правительства и т.д. Воздействие указанных факторов и приводит к неопределенности, наличие которой значительно усложняет процесс выбора оптимальных решений и может привести к непредсказуемым результатам. На практике при проведении анализа во многих случаях пытаются не замечать факторы неопределенности и принимают решения на основе детерминированных моделей. Иначе говоря, предполагается, что факторы, влияющие на принимаемые решения, известны точно. Такой подход нередко приводит к ошибочным

решениям, поэтому анализ влияния неопределенности считается важным элементом исследования. Для изучения неопределенности проведем некоторую вариацию исходных данных, по которым определим векторы глобальных приоритетов (ГП):

- ГП № 2 – приоритет альтернативы А2 по экономическому фактору;
- ГП № 3 – приоритет экологического фактора по отношению к остальным при рассмотрении выгоды альтернатив;
- ГП № 4 – большая подверженность рискам экономического фактора по сравнению с экологическим или социально-политическим факторами;
- ГП № 5 – приоритет экономических издержек;
- ГП № 6 – приоритет критерия конкуренции за природные ресурсы Арктической зоны;
- ГП № 7 – одинаковый приоритет всех критериев.

Таблица 6

Альтернативы	ГП № 1	ГП № 2	ГП № 3	ГП № 4	ГП № 5	ГП № 6	ГП № 7
A1	0,342	0,339	0,365	0,340	0,305	0,341	0,344
A2	0,275	0,314	0,264	0,281	0,290	0,275	0,274
A3	<u>0,383</u>	<u>0,346</u>	<u>0,371</u>	<u>0,379</u>	<u>0,404</u>	<u>0,384</u>	<u>0,382</u>

Анализ табл. 6, полученной варьированием приоритетов факторов, показывает, что альтернатива А3 остается предпочтительной во всех случаях. Таким образом, табл. 6 демонстрирует устойчивость решения при различных исходных данных, а значит, решение о принятии специальных стандартов промышленной разработки в условиях Арктики оптимально. При этом особенно существенно то, что оптимальность установлена с учетом фактора неопределенности. Это обстоятельство гарантируется использованием представленного математического аппарата анализа иерархий [3] и даёт основания для утверждения о научной обоснованности соответствующего управленческого решения. Более того, только принятие управленческого решения с учетом фактора неопределенности позволяет добиться минимизации рисков возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера при промышленном освоении Арктической зоны.

Литература

1. Темников Ф.Е., Волкова В.Н., Макарова И.В. Специальные программы исследования операций и принятия решений // Прикладные проблемы исследования операций и систем. М.: Московский дом науч.-техн. пропаганды им. Ф.Э. Дзержинского, 1969. С. 52–61.
2. Зиланов В.К. Пространственная конкуренция отраслей в Арктике: точка зрения // Совет Федерации федерального собрания Рос. Федерации. URL: http://www.council.gov.ru/kom_home/ccf_fedst/files/.../zilanovvk.doc (дата обращения: 23.02.2014).
3. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 360 с.
4. Аксенова О.А., Иванова Д.В. Использование метода анализа иерархий при принятии решений об оптимальном объеме инвестиций // Государство и бизнес. Вопросы теории и практики: моделирование, менеджмент, финансы. СПб.: Изд-во СЗАГС, 2011.