SOCAR Proceedings

Reservoir and petroleum engineering

journal home page: http://proceedings.socar.az

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТКИ ДЛЯ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ МОРСКИХ ГЛУБОКОВОДНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

Д. А. Мирзоев[1,2], О. Л. Архипова*[1], М. Н. Мансуров[1,2], Т. И. Лаптева[1], Л. А. Копаева[1]

[1]*ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Москва, Россия*

[2]*РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, Россия*

Using the methods of mathematical statistics to select options for offshore deep-sea oil and gas fields for arctic conditions

D. A. Mirzoev[1,2], O. L. Arkhipova[1], M. N. Mansurov[1], T. I. Lapteva[1], L. A. Kopaeva[1]*

[1]*Gazprom VNIIGAZ LLC, Moscow, Russia;*

[2]*National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow, Russia*

A B S T R A C T

The essence of the method of expert assessments lies in the rational organization of the analysis of the problem by experts with the quantitative assessment of judgments and the processing of their results. The offshore deep-sea oil and gas field was chosen as the object of study and a survey of experts was conducted on the options for choosing fields depending on the criteria related to a particular group of indicators, such as: natural and climatic conditions, arrangement, development, and safety of the field. At the next stage of the study, for each of the groups of indicators, an analysis of variance was carried out, designed to find the level of influence of the criteria on the presented fishing options. The criteria were compared with each other and which of them differed from each other were determined. The study showed that the use of statistical analysis methods makes it possible to formalize the procedures for collecting, summarizing and analyzing the opinions of specialists in order to transform them into the most convenient form for making an informed decision.

Keywords: mathematical statistics; expert evaluation; statistical analysis; offshore oil and gas industry; deep-water fields.

© 2023 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Научный подход к обоснованию принимаемых решений является гарантией успехов в управлении, если проводится глубокий анализ поставленных проблем на основе объективных данных с использованием различных научных методов принятия решений [1]. Решение комплексных проблем, сложных по своей сути, особенно в условиях неопределенностей и неполноты информации, может происходить посредством логико-эвристического анализа на основе экспертного оценивания, которое осуществляют компетентные в данной области специалисты (эксперты), используя специальные математические процедуры и математические методы анализа экспертных оценок, т.е. выводов, получаемых экспертами и носящих субъективный характер. Сущность метода экспертных оценок заключается в рациональной организации проведения экспертами анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой их результатов [2]. Обобщенное мнение группы экспертов принимается как решение проблемы. Обработка полученной экспертной информации проводится с целью выделения значения наиболее важных характеристик, полученных новых данных [1].

E-mail: O_Arkhipova@vniigaz.gazprom.ru

http://dx.doi.org/10.5510/OGP2023SI100825

Согласно [3] экспертные методы непрерывно развиваются и совершенствуются. Основные направления этого развития определяются рядом факторов, в числе которых можно указать на стремление расширить области применения, повысить степень использования математических методов и электронно-вычислительной техники, а также изыскать пути устранения выявляющихся недостатков. На базе оценок экспертов получается обобщенная информация об исследуемом объекте (явлении) и формируется решение, задаваемое целью экспертизы. При обработке индивидуальных оценок экспертов используют различные количественные и качественные методы. Выбор того или иного метода зависит от сложности решаемой проблемы, формы, в которой представлены мнения экспертов, целей экспертизы. Чаще всего при обработке результатов опроса используются методы математической статистики.

В зависимости от целей экспертизы при обработке оценок могут решаться следующие проблемы:

- формирование обобщенной оценки;
- определение относительных весов объектов;
- установление степени согласованности мнений экспертов и др.

Варианты оценки критериев могут быть разными, т.е. критерии являются обобщающими и требуют анализа

отмеченных выше факторов и их состав.

Для анализа и апробации предлагаемой методики необходимо определить степени влияния весовых коэффициентов отмеченных выше факторов на выбор типа из трех видов промыслов надводный, подводный и комбинированный на примере месторождений Ленинградского, Русановского и «Им. В.А. Динкова» Карского моря. В связи с тем, что геолого-технологические характеристики и глубина воды у этих месторождений сопоставимы для анализа принято Русановское месторождение. Концептуальный анализ горно-геологических условий месторождения позволил определить количество эксплуатационных скважин (более 110 скважин) на четырех объектах, состоящих из нескольких продуктивных пластов каждый.

Надводный промысел в целом для Русановского месторождения приемлем. При этом необходимо учитывать, что геолого-технологических характеристики месторождения, учитывающие высокие объемы отдачи газ потребует создания большего количества дорогостоящих ледостойких платформ с учетом тяжелых ледовых условий акватории Карского моря. Расстояние от берега может влиять на транспортные объекты, энергетическое обеспечение промысла и технологии подготовки добываемой продукции для транспортировки.

Подводный промысел в принципе также может быть рекомендован для освоения данного месторождения. Особенно в случаях наличия многопластовых месторождений с различными величинами запасов, смещением по горизонтали данный промысл мог бы удовлетворить все геолого-технологические требования, предъявляемые к проекту освоения месторождения. Вместе с тем для круглогодичного бурения проектного фонда эксплуатационных скважин с подводным расположением устьев требуется наличие специальной надводной или подводно-подледной буровой установки. В зависимости от расстояния до берега будет возникать проблема энергообеспечения промысла. Еще один крупный блок проблем связан с наличием подводного технологического оборудования таких, как сепаратор, компрессор, система охлаждения, созданные в подводно- подледном исполнении. Отметим, что с учетом современной отечественной технико- технологической подготовленности реализация такого промысла для условий Карского моря сегодня не осуществима.

Комбинированный промысел для условий групп месторождений Русановское, Ленинградское и «Им. В.А. Динкова» может являться наиболее приемлемым по сравнении с надводным и подводным промыслами. Для расширения зоны применимости комбинированных промыслов необходимо создать унифицированную ледостойкую мобильную буровую платформу, обеспечивающую круглогодичное бурение подводных кустов эксплуатационных скважин. Применение данного промысла значительно снижает объем технико-технологических сложностей, имеющих место при применении подводных промыслов.

В качестве объекта исследования в данной статье был выбран морской глубоководный нефтегазовый промысел. Далее был проведен опрос экспертов по вариантам выбора морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики в зависимости от критериев, относящихся к той и ли иной группе показателей (табл. 1). Результаты экспертных критериальных оценок вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики приведены в таблице 1.

Далее была определена степень компетентности экспертов, используя подход, основывающийся на обработке нормированных бальных оценок. В таблице 2 представлены оценки экспертов при оценке применимости надводного промысла при выборе вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для группы показателей «природно-климатические условия», где критериям присвоены следующие оцениваемые элементы α_i:

- глубина воды – α_1;
- продолжительность межледового периода – α_2;
- наличие торосистых образований – α_3;
- наличие айсбергов – α_4.

Затем была составлена таблица нормированных балльных оценок для каждого эксперта (табл. 3). Далее произведено вычисление взвешенных сумм относительных балльных оценок для каждого эксперта и определены коэффициенты компетентности (табл. 4).

Такие же расчеты были выполнены и для двух оставшихся промыслов – подводного и комбинированного (табл. 5 и 6).

Анализ таблиц 4-6 показывает, что коэффициенты компетентности экспертов при оценке всех трех рассматриваемых промыслов близки к средним групповым, поэтому можно полагать, что все эксперты могут считаться компетентными при оценке применимости надводного, подводного и комбинированного промыслов при выборе вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики.

На следующем этапе исследования для каждой из групп показателей был проведен дисперсионный анализ, предназначенный для нахождения уровня влияния критериев на представленные варианты промысла. Изменчивость состоит из межгрупповой (факторной) и внутригрупповой (ошибки), которая появляется из-за случайных причин [4]. Статистическая значимость представляет собой меру случайности полученного результата, которая равна вероятности того, что в генеральной совокупности эта связь отсутствует. Вероятность выражается p-уровнем, чем меньше его значение, тем выше статистическая значимость результата. Результат считается достоверным, если p-уровень не превышает 0.05 [4]. Дисперсионный анализ проводился в программном комплексе STATISTICA 10.

Поскольку сравниваемые данные (табл. 1) выражены в баллах, то к таким данным применять параметрические критерии неправомерно (данные не подчиняются нормальному распределению, применение параметрического критерия t-Стьюдента неправомерно), поэтому для оценки существенности используются непараметрические или порядковые критерии [5, 6]. Для проверки нулевой гипотезы можно использовать непараметрические критерии для независимых выборок (Ван-дер-Вандена, Манна-Уитни, Колмогорова-Смирнова и др.). Далее оценку будем проводить с использованием непараметрического критерия Краскела-Уоллиса. Нулевая гипотеза, которая проверяется при помощи теста Краскела-Уоллиса, заключается в том, что влияние критериев внутри групп показателей не различаются по степени

Таблица 1

Экспертные критериальные оценки вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики

Группа показателей	Критерии	Значения экспертных оценок по вариантам промысла, балл		
		НП	ПП	КП
Природно-климатические условия	Глубина воды	5;10;4;6;5;5	7;8;7;8;7;7	6;9;8;7;6;6
	Продолжительность межледового периода	6;10;3;4;5;4	8;10;8;6;7;8	7;10;9;5;6;6
	Наличие торосистых образований	5;10;3;5;5;3	7;10;8;7;7;7	6;10;7;5;6;6
	Наличие айсбергов	5;10;4;4;4;4	8;10;9;8;8;8	7;10;8;6;7;7
Обустройство промысла	Технико-технологическая подготовленность создания объектов обустройства	4;8;5;4;3;5	4;4;8;3;3;5;7	5;5;6;5;6;5;7
	Наличие объектов обустройства промысла	4;7;3;6;6;5;8	5;1;9;6;8;8	6;3;7;6;7;9
	Наличие объектов транспортировки добываемой продукции	5;7;8;5;5;7;8	4;1;8;6;6;8;6	5;3;9;7;7;9;7
	Количество объектов обустройства	4;8;7;4;4;7	6;1;8;6;7;8	5;3;9;6;6;9
	Наличие технологического оборудования и его производительность	6;9;7;7;6;8	4;1;8;4;5;6	6;6;8;6;6;7
	Энергообеспечение промысла	6;8;8;7;7;8	5;1;7;5;6;6	5;6;8;6;6;7
	Технологическая схема обустройства	5;8;7;6;5;7	6;6;8;6;7;7	7;7;9;6;7;9
	Технологическая схема подготовки; хранения и транспорта добываемой продукции	6;8;6;6;6;6	6;6;8;6;6;7	5;7;8;6;6;8
	Технологические схемы строительства объектов обустройства	5;8;7;5;5;6	7;6;8;7;7;8	6;6;8;6;6;7
	Сроки ввода объектов обустройства	5;6;6;4;4;6	7;1;9;6;7;8	6;4;8;5;6;8
	Степень готовности производственных мощностей РФ для строительства объектов обустройства	7;7;6;6;6;6	5;3;4;4;4;4	6;5;5;5;5;5
Разработка промысла	Технические средства бурения проектного фонда эксплуатационных скважин	7;8;8;7;6;8	5;1;5;5;5;5	6;5;6;6;5;6
	Очередность ввода продуктивных пластов	5;8;6;5;5;7	7;1;9;7;7;9	6;4;9;6;6;8
	Зона охвата нефтегазоносного участка	4;8;5;3;3;5	4;5;9;3;3;9	7;5;9;6;6;9
Безопасность	Безопасность во время строительства (изготовление; транспортировка и установка на точку бурения) объектов обустройства	4;9;6;5;5;6	6;7;8;7;7;8	5;7;8;6;6;7
	Безопасность во время эксплуатации объектов обустройства промысла	6;8;7;7;6;7	4;8;9;5;5;8	5;8;8;6;5;8
	Безопасность выполнения аварийно-спасательных работ	5;8;7;5;5;7	4;7;9;6;7;8	6;7;7;6;6;7
	Обеспечения смены вахт работников промысла	5;8;8;6;5;8	7;10;0;0;7;0	6;9;8;6;6;8

Примечание:

1. НП – надводный промысел; ПП – подводный промысел; КП – комбинированный промысел.

2. Оценка вариантов по критериям проводилась от 1 до 10 баллов:

10 – хорошо известный и находящий широкое внедрение; 1 – совершенно новый неизвестный ранее.

Таблица 2

Оценки экспертов для надводного промысла

Эксперт	Оцениваемые элементы				
	α_1	α_2	α_3	α_4	$\alpha_1+\alpha_1+\alpha_1+\alpha_1$
1	5	6	5	5	21
2	10	10	10	10	40
3	4	3	3	4	14
4	6	4	5	4	19
5	5	5	5	4	19
6	5	4	3	4	16

Таблица 3

Нормированные балльные оценки

Эксперт	Оцениваемые элементы			
	α_1	α_2	α_3	α_4
1	0.24	0.29	0.24	0.24
2	0.25	0.25	0.25	0.25
3	0.29	0.21	0.21	0.29
4	0.32	0.21	0.26	0.21
5	0.26	0.26	0.26	0.21
6	0.31	0.25	0.19	0.25
Средние баллы	0.28	0.25	0.24	0.24

Таблица 4

Коэффициенты компетентности экспертов при оценке применимости надводного промысла

Эксперт	Взвешенные суммы относительных балльных оценок	Коэффициенты компетентности
1	0.255	0.168
2	0.25	0.164
3	0.254	0.167
4	0.255	0.168
5	0.251	0.165
6	0.255	0.168

Сумма полученных взвешенных оценок – 1.52
Средняя групповая компетентность – 0.167

Таблица 5

Коэффициенты компетентности экспертов при оценке применимости подводного промысла

Эксперт	Взвешенные суммы относительных балльных оценок	Коэффициенты компетентности
1	0.251	0.167
2	0.25	0.166
3	0.251	0.167
4	0.253	0.168
5	0.251	0.167
6	0.251	0.167

Сумма полученных взвешенных оценок – 1.507
Средняя групповая компетентность – 0.167

Таблица 6

Коэффициенты компетентности экспертов при оценке применимости комбинированного промысла

Эксперт	Взвешенные суммы относительных балльных оценок	Коэффициенты компетентности
1	0.253	0.166
2	0.26	0.17
3	0.253	0.166
4	0.253	0.166
5	0.253	0.166
6	0.253	0.166

Сумма полученных взвешенных оценок – 1.525
Средняя групповая компетентность – 0.167

значимости при выборе вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов (т.е. различия в групповых медианных значениях совершенно случайны).

При представлении результатов сравнения групп с помощью критерия Краскела – Уоллиса следует указывать значение тестовой статистики H и достигнутый уровень статистической значимости $p(H)$ [7].

При уровне значимости α, равном 0.05, для принятия нулевой или альтернативной гипотезы необходимо сравнивать вычисленные χ_u^2 и H-статистику: если значение H-статистики превышает значение χ_u^2, то нулевая гипотеза отклоняется.

При анализе таблицы 7 можно сделать вывод, что нулевая гипотеза отклоняется для критериев:

- технико-технологическая подготовленность создания объектов обустройства;
- наличие технологического оборудования и его производительность;

Результаты расчетов для группы показателей «Обустройство промысла» **Таблица 7**

Критерии	Вариант промысла	Сумма рангов	Среднее Ранг	Верхнее критическое значение χ^2-распределения, χ^2_u	Вероятность, p(H)	*H*-статистика
Технико-технологическая подготовленность создания объектов обустройства	КП	75	12.5	0.64	0.19	3.33
	НП	52.5	8.75			
	ПП	43.5	7.25			
Наличие объектов обустройства промысла	КП	62.5	10.42	1.87	0.46	1.56
	НП	44	7.33			
	ПП	64.5	10.75			
Наличие объектов транспортировки добываемой продукции	КП	64.5	10.75	1.33	0.73	0.63
	НП	56.5	9.42			
	ПП	50	8.33			
Количество объектов обустройства	КП	62.5	10.42	0.45	0.82	0.4
	НП	51	8.5			
	ПП	57.5	9.58			
Наличие технологического оборудования и его производительность	КП	61	10.17	3.27	0.06	5.68
	НП	76	12.67			
	ПП	34	5.67			
Энергообеспечение промысла	КП	54.5	9.08	5.85	0.03	7.08
	НП	82	13.67			
	ПП	34.5	5.75			
Технологическая схема обустройства	КП	73	12.17	0.64	0.27	2.6
	НП	45.5	7.58			
	ПП	52.5	8.75			
Технологическая схема подготовки; хранения и транспорта добываемой продукции	КП	61.5	10.25	1.5	0.82	0.4
	НП	51.5	8.58			
	ПП	58	9.67			
Технологические схемы строительства объектов обустройства	КП	54.5	9.08	4.0	0.15	3.81
	НП	41	6.83			
	ПП	75.5	12.58			
Сроки ввода объектов обустройства	КП	59.5	9.92	6.0	0.21	3.1
	НП	40	6.67			
	ПП	71.5	11.92			
Степень готовности производственных мощностей РФ для строительства объектов обустройства	КП	56.5	9.42	14.49	0.001	14.3
	НП	91	15.17			
	ПП	23.5	3.92			

- энергообеспечение промысла;
- технологическая схема обустройства.

Для этих критериев можно сделать вывод, что они существенно влияют на выбор вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики.

Для остальных критериев (табл. 2):

- наличие объектов обустройства промысла;
- наличие объектов транспортировки добываемой продукции;
- количество объектов обустройства;
- технологическая схема подготовки; хранения и транспорта добываемой продукции;
- технологические схемы строительства объектов обустройства;
- сроки ввода объектов обустройства;
- степень готовности производственных мощностей РФ для строительства объектов обустройства.

Нулевая гипотеза подтверждается: поскольку между оценками для выбора вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики,

Таблица 8

Результаты расчетов для группы показателей «Природно-климатические условия»

Критерии	Вариант промысла	Сумма рангов	Среднее Ранг	Верхнее критическое значение χ^2-распределения, χ_U^2	Вероятность, p(H)	*H*-статистика
Глубина воды	КП	62.5	10.42	0.55	0.08	5.03
	НП	34.5	5.75			
	ПП	74	12.33			
Продолжительность меж ледового периода	КП	62.0	10.33	5.33	0.09	4.77
	НП	35.0	5.83			
	ПП	74.0	12.33			
Наличие торосистых образований	КП	57.5	9.58	9.33	0.04	6.59
	НП	33.50	5.58			
	ПП	80.0	13.33			
Наличие айсбергов	КП	59.0	9.83	9.33	0.03	7.05
	НП	32.0	5.33			
	ПП	80.0	13.33			

Таблица 9

Результаты расчетов для группы показателей «Разработка промысла»

Критерии	Вариант промысла	Сумма рангов	Среднее Ранг	Верхнее критическое значение χ^2-распределения, χ_U^2	Вероятность, p(H)	*H*-статистика
Технические средства бурения проектного фонда эксплуатационных скважин	КП	54.0	9.00	13.84	0.0011	13.57
	НП	91.0	15.17			
	ПП	26.0	4.33			
Очередность ввода продуктивных пластов	КП	56.0	9.33	4.0	0.42	1.75
	НП	45.5	7.58			
	ПП	69.5	11.58			
Зона охвата нефтегазоносного участка	КП	77.5	12.92	5.85	0.13	4.15
	НП	41.5	6.92			
	ПП	52.0	8.67			

существуют лишь случайные различия, то принимается нулевая гипотеза, т.е. гипотеза о сходстве. Иными словами, эти критерии не влияют на выбор вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики, т.к. эти критерии не имеют статистически значимых различий.

При анализе таблицы 8 можно сделать вывод, что нулевая гипотеза отклоняется для критерия «глубина воды», что свидетельствует о его существенном влиянии на выбор вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики.

Те же самые рассуждения о «нулевой гипотезе» применяем и при анализе таблиц 9. И можно полагать, что для группы показателей «Разработка промысла» (табл. 9) нулевая гипотеза отклоняется для критерия «технические средства бурения проектного фонда эксплуатационных скважин» (значение *H*-статистики практически совпадает со значением χ_U^2), что может свидетельствовать о его существенном влиянии на выбор вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики.

Аналогичный анализ для таблицы 10 показал, что «нулевая гипотеза» не отклоняется ни для одного критерия группы показателей «Безопасность»: возможно, что на данном этапе развития техники и технологий для арктического континентального шельфа эти критерии не оказывают существенного влияния на выбор вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики.

Проведенные исследования показывают, что следующие критерии:

- глубина воды;
- технико-технологическая подготовленность создания объектов обустройства;
- наличие технологического оборудования и его производительность;
- энергообеспечение промысла;
- технологическая схема обустройства;
- технические средства бурения проектного фонда эксплуатационных скважин могут оказывать существенное влияние на выбор вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики.

На следующем этапе необходимо сравнить критерии между собой и определить, какие из них отличаются друг от друга. Для этого можно применить апостериорную процедуру множественного сравнения, предложенную Дж. Данном, например, в случае апостериорных сравнений с помощью критерия Манна–Уитни необходимо указать *z*-значение и величину достигнутого уровня статистической значимости (*p*).

Проведенное исследование показывает, что использование методов статистического анализа позволяет формализовать процедуры сбора, обобщения и анализа мнений специалистов/экспертов с целью преобразования их в форму, наиболее удобную для принятия обоснованного решения.

Таблица 10

Результаты расчетов для группы показателей «Безопасность»

Критерии	Вариант промысла	Сумма рангов	Среднее Ранг	Верхнее критическое значение χ^2-распределения, χ^2_u	Вероятность, p(H)	*H*-статистика
Безопасность во время строительства (изготовление; транспортировка и установка на точку бурения) объектов обустройства	КП	57.00	9.50	5.33	0.14	3.99
	НП	39.00	6.50			
	ПП	75.0	12.50			
Безопасность во время эксплуатации объектов обустройства промысла	КП	57.5	9.58	1.87	0.98	0.04
	НП	58.5	9.75			
	ПП	55.0	9.17			
Безопасность выполнения аварийно-спасательных работ	КП	55.5	9.25	2.4	0.64	0.88
	НП	49.5	8.25			
	ПП	66.0	11.00			
Обеспечения смены вахт работников промысла	КП	67.5	11.25	0	0.46	1.56
	НП	58.5	9.75			
	ПП	45.0	7.50			

Литература

1. Чегодаев, А. И. (2010). Математические методы анализа экспертных оценок. *Вестник СГЭУ,* 2(64), 130-135.

2. Прохоров, Ю. К., Фролов, В. В. (2011). Управленческие решения. *Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО*.

3. Данелян, Т. Я. (2015). Формальные методы экспертных оценок. *Прикладная информатика,* 1, 183-187.

4. Боровиков, В. (2003). Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. – *Санкт-Петербург: Питер*.

5. Усманов, Р. Р. (2020). Статистическая обработка данных агрономических исследований в программе Statistica. *Москва: РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*.

6. Усманов, Р. Р. (2022). Методика экспериментальных исследований в агрономии: учебное пособие для вузов. *Москва: Издательство Юрайт*.

7. Левин, Д. М., Стефан, Д., Кребиль, Т.С., Беренсон, М. Л. (2004). Статистика для менеджеров с использованием Microsoft Excel. *Москва: Издательский дом «Вильямс»*.

References

1. Chegodae, A. I. (2010). Mathematical methods of analysis of expert assessments. *Bulletin of the Samara State University of Economics,* 2(64), 130-135.

2. Prokhorov, Yu. K., Frolov, V. V. (2011). Management decisions. *Sankt-Petersburg: St. Petersburg State University ITMO*.

3. Danelyan, T. Ya. (2015). Formal methods of expert assessments. *Applied Informatics,* 1, 183-187.

4. Borovikov, V. (2003). Statistics. The art of data analysis on a computer. *Sankt-Petersburg: Peter*.

5. Usmanov, R. R. (2020). Statistical processing of agronomic research data in the Statistica program. *Moscow: RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev*.

6. Usmanov, R. R. (2022). Methods of experimental research in agronomy: textbook for universities. *Moscow: Yurait Publishing House*.

7. Levin, D. M., Stefan, D., Krebil, T. S., Berenson, M. L. (2004). Statistics for managers using Microsoft Excel. *Moscow: Williams Publishing House*.

Использование методов математической статистки для выбора вариантов морских глубоководных нефтегазовых промыслов для условий Арктики

Д. А. Мирзоев[1,2], О. Л. Архипова[1], М. Н. Мансуров[1], Т. И. Лаптева[1], Л. А. Копаева[1]
[1]ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Москва, Россия;
[2]РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, Россия

Реферат

Сущность метода экспертных оценок заключается в рациональной организации проведения экспертами анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой их результатов. В качестве объекта исследования был выбран морской глубоководный нефтегазовый промысел и проведен опрос экспертов по вариантам выбора промыслов в зависимости от критериев, относящихся к той и ли иной группе показателей, таких как: природно-климатические условия, обустройство, разработка, и безопасность промысла. На следующем этапе исследования для каждой из групп показателей был проведен дисперсионный анализ, предназначенный для нахождения уровня влияния критериев на представленные варианты промысла. Сравнивались критерии между собой и были определены какие из них отличаются друг от друга. Проведенное исследование показало, что использование методов статистического анализа позволяет формализовать процедуры сбора, обобщения и анализа мнений специалистов с целью преобразования их в форму, наиболее удобную для принятия обоснованного решения.

Ключевые слова: математическая статистика; экспертная оценка; статистический анализ; морской нефтегазовый промысел; глубоководные месторождения.

Arktika şəraiti üçün dərin dəniz neftqaz mədənləri variantlarının seçilməsində riyazi statistika metodlarından istifadə edilməsi

D. A. Mirzoyev[1,2], O. L. Arxipova[1], M. N. Mansurov[1], T. İ. Lapteva[1], L. A. Kopayeva[1]
[1]«Qazprom VNİİQAZ» MMC, Moskva, Rusiya;
[2]İ.M. Qubkin adına Rusiya Dövlət Neft və Qaz Universiteti, Moskva, Rusiya

Xülasə

Ekspert qiymətləndirməsi metodunun mahiyyəti mülahizələrin kəmiyyət qiymətləndirilməsi və onların nəticələrinin işlənməsi ilə ekspertlər tərəfindən problemin təhlilinin rasional təşkilindədir. Tədqiqat obyekti olaraq dərin dəniz neft və qaz mədəni seçilmişdir və təbii iqlim şəraiti, abadlaşdırma, işləmə və mədən təhlükəsizliyi kimi meyarlardan asılı olaraq mədənlərin seçilməsi variantları üzrə ekspertlər arasında sorğu keçirmişdir. Tədqiqatın növbəti mərhələsində, göstərici qruplarının hər biri üçün meyarların təqdim olunan mədən variantlarına təsir səviyyəsini tapmaq üçün hazırlanmış dispersiya təhlili aparılmışdır. Meyarlar bir-biriləri ilə müqayisə edilmiş və onların arasındakı fərqlər müəyyənləşdirilmişdir. Aparılmaış tədqiqat göstərdi ki, statistik təhlil üsullarından istifadə edilməsi, onları əsaslandırılmış qərar qəbul etmək üçün ən əlverişli formaya çevirmək məqsədi ilə, mütəxəssislərin rəylərinin toplanması, ümumiləşdirilməsi və təhlili prosedurlarını rəsmiləşdirməyə imkan verir.

Açar sözlər: riyazi statistika; ekspert qiymətləndirməsi; statistik analiz; dəniz neft və qaz mədəni; dərin dəniz yataqları.