УДК 622.32

© Т. Ф. Коноплев, зам. начальника управления
(ПАО «Газпром», Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: konoplevtf@yandex.ru

© С. Н. Кирюхин, канд. техн. наук, доцент
(АО «Газпром промгаз», Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: snk2@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-4-150-160

© T. F. Konoplev, Deputy Head of the Department
(PJSC "Gazprom", St. Petersburg, Russia)

E-mail: konoplevtf@yandex.ru

© S. N. Kiriukhin, PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(OJSC "Gazprom Promgaz", St. Petersburg, Russia)

E-mail: snk2@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В СИСТЕМЕ БАЛЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕМ И ПОВЫШЕНИЕМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

USING THE EXPERT EVALUATION METHOD IN THE SYSTEM OF SCORING THE MANAGEMENT QUALITY OF ENERGY SAVING AND ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT OF GAS INDUSTRY ENTERPRISES

Рассматривается порядок использования математического метода при построении системы балльного оценивания качества управления энергосбережением для повышения энергоэффективности предприятий газовой отрасли.

Ключевые слова: метод экспертных оценок, коэффициент конкордации, система оценивания качества управления.

The article considers the procedure for using the mathematical method in the creation of the scoring system for assessing the quality of energy saving management to improve the energy efficiency of gas industry enterprises.

Keywords: method of expert assessment, the concordance coefficient, the system for assessing the management quality.

В настоящее время на предприятиях газовой отрасли оценка деятельности по управлению энергосбережением и повышением энергоэффективности (ЭПЭ) осуществляется по результатам анализа:

- плановых и фактических показателей;
- себестоимости энергоресурсов и обслуживания энергооборудования;
- соблюдения норм расхода энергоресурсов энергетическими установками;
- контроля показателей работы (в частности, коэффициентов эксплуатации, коэффициентов использования установленной мощности и др.) и т. д.

Оценка, как правило, выполняется по большому количеству различных параметров в условиях частичного (или полного) отсутствия актуальной информации о текущем состоянии произ-

водственных объектов. Поэтому выбор и использование методологической базы, позволяющей при условии компенсации недостающей информации улучшить качество комплексной оценки эффективности использования энергоресурсов на всех производственных уровнях предприятия, является актуальной научно-технической задачей [1–15].

Используемый при разработке системы оценивания качества управления ЭПЭ метод экспертных оценок реализован во многих производственных процессах и имеет достаточно полно разработанную методическую базу [2]. Его основное преимущество — возможность применения в условиях неполной исходной информации и наличия неоднородных количественных показателей [3]. Основное назначение метода — обоснование принятия решений путем логиче-

ской декомпозиции цели, синтеза иерархической структуры и критериального ранжирования альтернативных путей ее достижения [4].

Логическая декомпозиция цели предполагает последовательное определение главной цели (главного критерия) ранжирования возможных решений; нескольких групп (уровней) однотипных факторов, влияющих на ранг; группы возможных решений; связей, указывающих на взаимное влияние факторов и решений [5, 6]. Экспертные оценки могут быть индивидуальными или коллективными [7]. Индивидуальные оценки ориентированы на использование независимых друг от друга мнений экспертов. Коллективные оценки предполагают использование мнений широкого круга специалистов с непосредственным обсуждением результатов оценивания [8, 9]. Привлечение экспертов для оценки и принятия решений позволяет снизить уровень неопределенности и повысить информативность исходных данных [10, 11].

Согласованность мнений экспертов количественно может оцениваться значением коэффициента согласия (конкордации) W , вычисляемого по выражению [12]

$$W = \frac{12 \cdot C}{m^2(n^3 - n)}, \quad (1)$$

где C — сумма квадратов отклонений сумм рангов по каждому параметру от средней суммы рангов; m — количество экспертов; n — количество оцениваемых параметров.

Значение коэффициента, равное единице, соответствует полной согласованности, равное нулю — полной несогласованности, а менее 0,5 — неполной согласованности мнений экспертов. При высоких значениях W (более 0,5) результаты оценивания позволяют:

- признать оценку состояния деятельности предприятия в рассматриваемой области адекватной;
- повысить достоверность и качество анализа существующего потенциала энергосбережения и энергоэффективности предприятия;
- корректно обосновать и сформировать перспективные планы реализации энергосберегающих мероприятий.

При высоких значениях коэффициента конкордации группы формируется адекватная си-

стема балльных оценок, исключая субъективность мнений экспертов.

На основании выполненных экспертных оценок и анализа имеющихся в действующих нормативно-методических документах различных показателей оценку качества управления энергосбережением и повышением энергоэффективности предприятий рекомендуется проводить по перечню, приведенному в табл. 1. Максимально возможная оценка качества управления определена в 100 баллов. В процессе оценивания учитываются особенности функционирования (одинаковых по производственным задачам, но различных по типам эксплуатируемого оборудования) предприятий. Например, различные типы приводов газоперекачивающих агрегатов (ГПА) — газотурбинный или электропривод, наличие технологической возможности использования вторичных энергоресурсов и др.

Количественные оценки качества управления ЭПЭ на предприятиях могут быть свернуты в качественные. Так, например, если по результатам оценивания общее количество баллов составило менее 40, то качество управления ЭПЭ предприятия характеризуется как «неудовлетворительное», от 40 до 70 баллов — как «удовлетворительное», от 71 до 90 — «хорошее», а 91 и более — «отличное».

С учетом условий функционирования предприятий газовой отрасли, требований ведомственных руководящих документов по нормированию потребления энергоресурсов, с помощью метода экспертных оценок определены численные значения показателей качества управления ЭПЭ предприятия газовой отрасли (см. табл. 1).

В принятой структуре системы количество направлений оценивания — 3: организационно-технические мероприятия в системе управления ЭПЭ; учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов; энергоэффективность использования энергоресурсов по направлениям деятельности.

Количество параметров системы — 17:

- по первому направлению — 7: качество организации энергоменеджмента (ИСО 50001); организация мониторинга показателей ЭПЭ и уровень внедрения автоматизированных информационных систем (АИС); организационная деятельность в сфере энергоэффективности тех-

нологических процессов и оборудования (распорядительные документы, эксплуатационная документация, организация работ по предупредительным мероприятиям перерасхода и др.); организация выполнения мероприятий по программам энергосбережения; внедрение наилучших доступных технологий (НДТ), энергоэффективных, инновационных технологий и оборудования; организация планирования и выполнения регламентных работ (техническое обслуживание, наладка, диагностика); устранения замечаний комиссий (вышестоящие и надзорные органы);

- по второму направлению — 7: состояние системы коммерческого учета энергоресурсов; состояние системы технического учета энергоресурсов по энергоемким нагрузкам; состояние системы нормирования потребления энергоресурсов; нормирование потребления энергоресурсов по нагрузкам; качество ведения суточного (почасового) планирования по режиму; соблюдение запланированного уровня потребления; степень достижения целевых показателей ЭПЭ;

- по третьему направлению — 3: эффективность использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в газотранспортной системе (ГТС); эффективность использования ТЭР во вспомогательном оборудовании; удельные экс-

плуатационные энергозатраты на транспортировку газа.

Для обеспечения сходимости распределения значений W к нормальному закону в состав группы включено 15 экспертов. Результаты опросов группы экспертов приведены в табл. 2 и на рис. 1. Математические ожидания и стандартные отклонения балльных оценок от средних значений, которые используются в расчете коэффициента конкордации, указаны в столбцах 17 и 18 табл. 2. Нормированное и ранжированное распределение баллов по параметрам оценки приведены в табл. 3 и 4 соответственно.

По результатам ранжирования балльных оценок определены:

- ранги балльных оценок каждого эксперта по параметрам оценивания (столбцы 2–16 табл. 4);
- суммы рангов балльных оценок по параметрам оценивания (столбец 17 табл. 4);
- среднее значение суммы рангов балльных оценок (последняя строка столбца 17 табл. 4);
- отклонения сумм рангов балльных оценок от их среднего значения по параметрам оценивания (столбец 18 табл. 4);
- квадраты отклонений сумм рангов балльных оценок по параметрам оценивания (столбец 18 табл. 4);

Рис. 1. Результаты опросов группы экспертов и распределение баллов по направлениям оценивания

Таблица 1

Система балльного оценивания

Параметр (направление) системы оценивания		Количество баллов (максимальное значение)
1		2
1.	Организационно-технические мероприятия в системе управления ЭПЭ	25
1.1	Качество организации энергоменеджмента	3
1.2	Организация мониторинга показателей ЭПЭ и уровень внедрения АИС	3
1.3	Организационная деятельность в сфере энергоэффективности	3
1.4	Организация выполнения мероприятий по Программам энергосбережения	4
1.5	Внедрение НДТ, энергоэффективных, инновационных технологий	5
1.6	Организация планирования и выполнения регламентных работ	4
1.7	Устранения замечаний комиссий	3
2.	Учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов	27
2.1	Состояние системы коммерческого учета энергоресурсов	6
2.2	Состояние системы технического учета энергоресурсов	4
2.3	Состояние системы нормирования потребления энергоресурсов	4
2.4	Нормирование потребления энергоресурсов по нагрузкам	3
2.5	Ведение суточного (почасового) планирования по режиму	3
2.6	Соблюдение запланированного объема потребления энергоресурсов	4
2.7	Степень достижения целевых показателей ЭПЭ	3
3.	Энергоэффективность использования энергоресурсов по направлениям деятельности	48
3.1	Эффективность использования ТЭР в ГТС	20
3.2	Эффективность использования ТЭР во вспомогательном оборудовании	11
3.3	Удельные эксплуатационные энергозатраты на транспортировку газа	17
Всего баллов		100

Рис. 2. Распределение баллов по направлениям оценивания и результатам цenzурирования опросов группы экспертов

Таблица 2

Распределения баллов по параметрам оценки в результате опросов группы экспертов

Параметр	Ответ эксперта															МО	СКО
	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Эксперт 4	Эксперт 5	Эксперт 6	Эксперт 7	Эксперт 8	Эксперт 9	Эксперт 10	Эксперт 11	Эксперт 12	Эксперт 13	Эксперт 14	Эксперт 15		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. Организационно-технические мероприятия в системе управления ЭПЭ	25	20	25	10	10	40	25	40	10	15	30	40	40	36	30	26	11
1.1 Качество организации энергоменеджмента	4	2	1	1	1	5	4	8	1	2	3	2	8	6	5	4	2
1.2 Организация мониторинга показателей ЭПЭ и уровень внедрения АИС	4	3	2	2	2	2	4	4	1	2	3	2	3	4	3	3	1
1.3 Организационная деятельность в сфере энергоэффективности	4	2	5	3	1	5	4	4	2	2	4	4	2	4	3	3	1
1.4 Организация выполнения мероприятий по Программам энергосбережения	4	3	3	1	1	5	4	6	2	2	5	6	6	4	4	4	2
1.5 Внедрение НДГ, энергоэффективных, инновационных технологий	4	4	6	1	2	3	4	4	1	3	6	20	7	4	5	5	5
1.6 Организация планирования и выполнения регламентных работ	3	3	6	1	2	10	3	8	2	2	5	4	7	7	5	5	3
1.7 Устранения замечаний комиссий	2	3	2	1	1	10	2	6	1	2	4	2	7	7	5	4	3
2. Учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов	25	25	35	70	30	30	25	20	30	20	30	20	35	40	28	31	12
2.1 Состояние системы коммерческого учета энергоресурсов	7	6	5	10	5	10	7	5	9	5	4	4	6	6	6	6	2
2.2 Состояние системы технического учета энергоресурсов	3	6	8	10	5	3	3	3	3	3	4	3	4	6	3	4	2
2.3 Состояние системы нормирования потребления энергоресурсов	2	2	7	10	2	8	2	4	5	3	4	2	4	6	3	4	2
2.4 Нормирование потребления энергоресурсов по нагрузкам	3	3	7	10	5	2	3	2	3	2	4	2	3	5	4	4	2
2.5 Ведение суточного (почасового) планирования по режиму	3	2	4	10	2	3	3	2	3	2	4	4	5	6	4	4	2
2.6 Соблюдение запланированного объема потребления энергоресурсов	3	2	3	10	10	2	3	2	4	2	4	3	6	6	4	4	3
2.7 Степень достижения целевых показателей ЭПЭ	4	4	1	10	1	2	4	2	3	3	6	2	7	5	4	4	2
3. Энергоэффективность использования энергоресурсов по направлениям деятельности	50	55	40	20	60	30	50	40	60	65	40	40	25	24	42	43	14
3.1 Эффективность использования ТЭР в ГТС	20	25	8	5	30	10	20	12	30	55	10	15	7	8	10	18	13
3.2 Эффективность использования ТЭР во вспомогательном оборудовании	10	10	12	10	10	10	10	16	10	5	10	15	3	9	10	10	3
3.3 Удельные эксплуатационные энергозатраты на транспортировку газа	20	20	20	5	20	10	20	12	20	5	20	10	15	7	22	15	6
Итого баллов:	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-

Таблица 3

Нормированное распределение баллов по параметрам оценки в результате опросов группы экспертов

Параметр		Нормированное распределение баллов по ответам экспертов															
		Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 5	Эксперт 7	Эксперт 9	Эксперт 10	Эксперт 15	Эксперт 3	Эксперт 11	Эксперт 12	Эксперт 8	Эксперт 6	Эксперт 13	Эксперт 14	Эксперт 4	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1.	Организационно-технические мероприятия в системе управления ЭПЭ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.1	Качество организации энергоменеджмента	0,68	0,34	0,17	0,68	0,17	0,34	0,85	0,17	0,51	0,34	1,36	0,85	1,36	1,02	0,17	
1.2	Организация мониторинга показателей ЭПЭ и уровень внедрения АИС	0,68	0,51	0,34	0,68	0,17	0,34	0,51	0,34	0,51	0,34	0,68	0,34	0,51	0,68	0,34	
1.3	Организационная деятельность в сфере энергоэффективности	0,68	0,34	0,17	0,68	0,34	0,34	0,51	0,85	0,68	0,68	0,85	0,85	0,34	0,68	0,51	
1.4	Организация выполнения мероприятий по Программам энергосбережения	0,68	0,51	0,17	0,68	0,34	0,34	0,68	0,51	0,85	1,02	1,02	0,85	1,02	0,68	0,17	
1.5	Внедрение НДГ, энергоэффективных, инновационных технологий	0,68	0,68	0,34	0,68	0,17	0,51	0,85	1,02	1,02	3,4	0,68	0,51	1,19	0,68	0,17	
1.6	Организация планирования и выполнения регламентных работ	0,51	0,51	0,34	0,51	0,34	0,34	0,85	1,02	0,85	0,68	1,36	1,7	1,19	1,19	0,17	
1.7	Устранения замечаний комиссий	0,34	0,51	0,17	0,34	0,17	0,34	0,85	0,34	0,68	0,34	1,02	1,7	1,19	1,19	0,17	
2.	Учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.1	Состояние системы коммерческого учета энергоресурсов	1,19	1,02	0,85	1,19	1,53	0,85	1,02	0,85	0,68	0,68	0,85	1,7	1,02	1,02	1,7	
2.2	Состояние системы технического учета энергоресурсов	0,51	1,02	0,85	0,51	0,51	0,51	0,51	1,36	0,68	0,51	0,51	0,51	0,68	1,02	1,7	
2.3	Состояние системы нормирования потребления энергоресурсов	0,34	0,34	0,34	0,34	0,85	0,51	0,51	1,19	0,68	0,34	0,68	1,36	0,68	1,02	1,7	
2.4	Нормирование потребления энергоресурсов по нагрузкам	0,51	0,51	0,85	0,51	0,51	0,34	0,68	1,19	0,68	0,34	0,34	0,34	0,51	0,85	1,7	
2.5	Ведение суточного (почасового) планирования по режиму	0,51	0,34	0,34	0,51	0,51	0,34	0,68	0,68	0,68	0,68	0,34	0,51	0,85	1,02	1,7	
2.6	Соблюдение запланированного объема потребления энергоресурсов	0,51	0,34	1,7	0,51	0,68	0,34	0,68	0,51	0,68	0,51	0,34	0,34	1,02	1,02	1,7	
2.7	Степень достижения целевых показателей ЭПЭ	0,68	0,68	0,17	0,68	0,51	0,51	0,68	0,17	1,02	0,34	0,34	0,34	1,19	0,85	1,7	
3.	Энергоэффективность использования энергоресурсов по направлениям деятельности	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.1	Эффективность использования ТЭР в ГТС	3,4	4,25	5,1	3,4	5,1	9,35	1,7	1,36	1,7	2,55	2,04	1,7	1,19	1,36	0,85	
3.2	Эффективность использования ТЭР во вспомогательном оборудовании	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	0,85	1,7	2,04	1,7	2,55	2,72	1,7	0,51	1,53	1,7	
3.3	Удельные эксплуатационные энергозатраты на транспортировку газа	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	0,85	3,74	3,4	3,4	1,7	2,04	1,7	2,55	1,19	0,85	
Итоговая сумма:		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	

Таблица 4

Ранжированное распределение баллов по параметрам оценки в результате опросов группы экспертов

Параметр	Ранжированное распределение баллов по параметрам оценки														Сумма рангов	Отклонение от среднего	Квадрат отклонения	
	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 5	Эксперт 7	Эксперт 9	Эксперт 10	Эксперт 15	Эксперт 3	Эксперт 11	Эксперт 12	Эксперт 8	Эксперт 6	Эксперт 13	Эксперт 14				Эксперт 4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Организационно-технические мероприятия в системе управления ЭПЭ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1 Качество организации энергоменеджмента	5	13	13	5	14	9	5	16	16	12	4	8	2	6	13	141	6	36
1.2 Организация мониторинга показателей ЭПЭ и уровень внедрения АИС	6	8	8	6	15	10	14	14	17	13	9	14	14	14	12	174	39	1521
1.3 Организационная деятельность в сфере энергоэффективности	7	14	14	7	11	11	15	9	8	6	10	9	17	15	11	164	29	841
1.4 Организация выполнения мероприятий по Программам энергосбережения	8	9	15	8	12	12	9	12	6	5	6	10	8	16	14	150	15	225
1.5 Внедрение НДГ, энергоэффективных, инновационных технологий	9	6	9	9	16	5	6	7	4	1	11	11	3	17	15	129	-6	36
1.6 Организация планирования и выполнения регламентных работ	11	10	10	11	13	13	7	8	7	7	5	1	4	3	16	126	-9	81
1.7 Устранения замечаний комиссий	16	11	16	16	17	14	8	15	9	14	7	2	5	4	17	171	36	1296
2. Учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1 Состояние системы коммерческого учета энергоресурсов	4	4	5	4	4	2	4	10	10	8	8	3	9	7	1	83	-52	2704
2.2 Состояние системы технического учета энергоресурсов	12	5	6	12	7	6	16	3	11	10	13	12	12	8	2	135	0	0
2.3 Состояние системы нормирования потребления энергоресурсов	17	15	11	17	5	7	17	5	12	15	12	7	13	9	3	165	30	900
2.4 Нормирование потребления энергоресурсов по нагрузкам	13	12	7	13	8	15	10	6	13	16	14	15	15	12	4	173	38	1444
2.5 Ведение суточного (почасового) планирования по режиму	14	16	12	14	9	16	11	11	14	9	15	13	11	10	5	180	45	2025
2.6 Соблюдение запланированного объема потребления энергоресурсов	15	17	3	15	6	17	12	13	15	11	16	16	10	11	6	183	48	2304
2.7 Степень достижения целевых показателей ЭПЭ	10	7	17	10	10	8	13	17	5	17	17	17	6	13	7	174	39	1521
3. Энергоэффективность использования энергоресурсов по направлениям деятельности	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.1 Эффективность использования ТЭР в ГТС	1	1	1	1	1	1	2	4	2	2	2	4	7	2	9	40	-95	9025
3.2 Эффективность использования ТЭР во вспомогательном оборудовании	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	1	5	16	1	8	61	-74	5476
3.3 Удельные эксплуатационные энергозатраты на транспортировку газа	2	2	2	2	2	4	1	1	1	4	3	6	1	5	10	46	-89	7921
Среднее значение и сумма квадратов отклонений:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	-	37356

Таблица 5

Распределения баллов по параметрам оценки в результате цenzурирования ответов экспертов

[illegible]

Таблица 6

Ранжированное распределение баллов по параметрам оценки в результате цензурирования ответов экспертов

Параметр	Ранжированное распределение баллов по параметрам оценки											Сумма рангов	Отклонение от среднего	Квадрат отклонения
	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 5	Эксперт 7	Эксперт 9	Эксперт 10	Эксперт 15	Эксперт 3	Эксперт 11	Эксперт 12	Эксперт 8	Эксперт 6		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.1. Организационно-технические мероприятия в системе управления ЭПЭ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.1.1 Качество организации энергоменеджмента	5	13	13	5	14	9	5	16	16	12	4	8	120	12
1.2 Организация мониторинга показателей ЭПЭ и уровень внедрения АИС	6	8	8	6	15	10	14	14	17	13	9	14	134	26
1.3 Организационная деятельность в сфере энергоэффективности	7	14	14	7	11	11	15	9	8	6	10	9	121	13
1.4 Организация выполнения мероприятий по Программам энергосбережения	8	9	15	8	12	12	9	12	6	5	6	10	112	4
1.5 Внедрение НДТ, энергоэффективных, инновационных технологий	9	6	9	9	16	5	6	7	4	1	11	11	94	-14
1.6 Организация планирования и выполнения регламентных работ	11	10	10	11	13	13	7	8	7	7	5	1	103	-5
1.7 Устранения замечаний комиссий	16	11	16	16	17	14	8	15	9	14	7	2	145	37
2. Учет, контроль и нормирование потребления энергоресурсов	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.1 Состояние системы коммерческого учета энергоресурсов	4	4	5	4	4	2	4	10	10	8	8	3	66	-42
2.2 Состояние системы технического учета энергоресурсов	12	5	6	12	7	6	16	3	11	10	13	12	113	5
2.3 Состояние системы нормирования потребления энергоресурсов	17	15	11	17	5	7	17	5	12	15	12	7	140	32
2.4 Нормирование потребления энергоресурсов по нагрузкам	13	12	7	13	8	15	10	6	13	16	14	15	142	34
2.5 Ведение суточного (почасового) планирования по режиму	14	16	12	14	9	16	11	11	14	9	15	13	154	46
2.6 Соблюдение запланированного объема потребления энергоресурсов	15	17	3	15	6	17	12	13	15	11	16	16	156	48
2.7 Степень достижения целевых показателей ЭПЭ	10	7	17	10	10	8	13	17	5	17	17	17	148	40
3. Энергоэффективность использования энергоресурсов по направлениям деятельности	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.1 Эффективность использования ТЭР в ГТС	1	1	1	1	1	1	2	4	2	2	2	4	22	-86
3.2 Эффективность использования ТЭР во вспомогательном оборудовании	3	3	4	3	3	3	3	2	3	3	1	5	36	-72
3.3 Удельные эксплуатационные энергозатраты на транспортировку газа	2	2	2	2	2	4	1	1	1	4	3	6	30	-78
Среднее значение и сумма квадратов отклонений:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108	-
														31248

- сумма квадратов отклонений сумм рангов балльных оценок по параметрам оценивания (последняя строка столбца 19 табл. 4);

- значение W .

Для указанных в таблицах значений W равен:

$$W = \frac{12 \cdot C}{m^2(n^3 - n)} = \frac{12 \cdot 37356}{15^2(17^3 - 17)} = 0,407.$$

Так как значение W менее 0,5, то производится цензурирование мнений экспертов с последующим пересчетом математических ожиданий и стандартных отклонений оценок от средних значений (табл. 5, столбцы 14 и 15).

Цензурирование мнений экспертов производится по влиянию очередного исключения на конечный результат расчета до тех пор, пока значение W превысит 0,5:

$$W = \frac{12 \cdot 31248}{12^2(17^3 - 17)} = 0,532.$$

Полученное новое значение больше 0,5, поэтому принимается решение о согласованности мнений 12 из 15 экспертов, а результаты опроса именно этой группы используются в дальнейших расчетах.

Распределение баллов по направлениям оценивания по результатам цензурирования опросов группы экспертов приведены на рис. 2, в табл. 5. и 6.

Таким образом, на основании представленных выше результатов расчетных исследований установлены количественные значения показателей системы балльного оценивания, представленные в табл. 1.

Выводы

1. В условиях, когда на предприятиях газовой отрасли оценка их деятельности по качеству управления энергосбережением и повышением энергоэффективности (ЭПЭ) осуществляется по многочисленным разнохарактерным и количественно трудно определяемым показателям, актуальным становится разработка методологии оценки качества деятельности предприятия на основе метода экспертных оценок.

В результате выполненных исследований обоснована методика оценивания качества управления ЭПЭ предприятия газовой отрасли с помощью метода экспертных оценок.

2. По результатам цензурирования мнений экспертов определена согласованная система

балльного оценивания с распределением баллов по параметрам оценки.

3. Использование метода экспертных оценок обеспечило комплексный характер системы оценивания качества управления ЭПЭ предприятия газовой отрасли, учитывающей существенную разнородность показателей и неполноту исходной информации.

Библиографический список

1. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование. Экспертные оценки. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. 486 с.
2. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
3. Саати Т. Л. Об измерении неосозаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений. Электронный журнал Cloud of Science. 2015. Т. 2, № 1. URL: <http://cloudofscience.ru>. ISSN 2409-031X (дата обращения: 23.03.2020).
4. Саати Т. Л. Относительное измерение и его обобщение в принятии решений. Почему парные сравнения являются ключевыми в математике для измерения неосозаемых факторов. Электронный журнал Cloud of Science. 2016. Т. 3, № 2. URL: <http://cloudofscience.ru>. ISSN 2409-031X (дата обращения: 25.03.2020).
5. Дэвид Г. Метод парных сравнений. М.: Статистика, 1978. 144 с.
6. Кендэл М. Ранговые корреляции. М.: Статистика, 1975. 216 с.
7. Подиновский В. В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. М.: Физматлит, 2007. 64 с.
8. Сидельников Ю. В. Системный анализ технологий экспертного прогнозирования. М.: МАИ-ПРИНТ, 2007. 347 с.
9. Сидельников Ю. В. Технология экспертного прогнозирования. 2-е изд., испр. М.: Доброе слово, 2005. 284 с.
10. Литвак Б. Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа. М.: Радио и связь, 1982. 184 с.
11. Литвак Б. Г. Экспертные оценки и принятие решений. М.: Патент, 1996. 271 с.
12. Ромашкина Г. Ф., Татарова Г. Г. Коэффициент конкордации в анализе социологических данных // Социология: методология, методы, математические модели. 2005. № 20. С. 131–158.
13. Горский В. Г., Гриценко А. А., Орлов А. И. Метод согласования кластеризованных ранжировок // Автоматика и телемеханика. 2000. № 3. С. 159–167.

14. Миркин Б. Г. Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974. 256 с.

15. Орлов А. И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. 1996. Т. 62, № 1. С. 54–60.

References

1. Orlov A. I. *Organizatsionno-ekonomicheskoe modelirovanie. Ekspertnye otsenki* [Organizational and economic modeling. Expert assessments]. Moscow, MGTU im. N. E. Bauman Publ., 2011, 486 p.

2. Saati T. L. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarkhiy* [Decision Making. Method for analyzing hierarchies]. Moscow, *Radio i svyaz' – Radio and communications*, 1993, 278 p.

3. Saati T. L. *Ob izmerenii neosyazaemogo. Podkhod k otnositel'nyim izmereniyam na osnove glavnogo sobstvennogo vektora matritsy parnykh sravneniy* [About the measuring of the intangible. An approach to relative measurements based on the main eigenvector of the matrix of paired comparisons.]. *Elektronniy zhurnal Cloud of Science – Electronic journal Cloud of Science*, 2015, vol. 2, no. 1. Available at: <http://cloudofscience.ru>. ISSN 2409-031X (accessed: 23.03.2020).

4. Saati T. L. *Otnositel'noe izmerenie i ego obobshchenie v prinyatii resheniy. Pochemu parnye sravneniya yavlyayutsya klyuchevymi v matematike dlya izmereniya neosyazaemykh faktorov* [Relative measurement and its generalization in decision-making. Why paired comparisons are the key in mathematics for measuring intangible factors]. *Elektronniy zhurnal Cloud of Science – Electronic journal Cloud of Science*, 2016, vol. 3, no. 2. Available at: <http://cloudofscience.ru>. ISSN 2409-031X (accessed: 25.03.2020).

5. Devid G. *Metod parnykh sravneniy* [Method of paired comparisons]. Moscow, Statistika Publ., 1978, 144 p.

6. Kendal M. *Rangovye korrelyatsii* [Rank correlations]. Moscow, Statistika Publ., 1975, 216 p.

7. Podinovskiy V. V. *Vvedenie v teoriyu vazhnosti kriteriev v mnogokriterial'nykh zadachakh prinyatiya resheniy* [Introduction to the theory of the importance of criteria in multi-criteria decision-making problems]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2007, 64 p.

8. Sidel'nikov Yu. V. *Sistemniy analiz tekhnologii ekspertnogo prognozirovaniya* [System analysis of expert forecasting technology]. Moscow, MAI-PRINT Publ., 2007, 347 p.

9. Sidel'nikov Yu. V. *Tekhnologiya ekspertnogo prognozirovaniya* [Technology of expert forecasting]. 2-nd ed., revised. Moscow, Dobroe slovo Publ., 2005, 284 p.

10. Litvak B. G. *Ekspertnaya informatsiya. Metody polucheniya i analiza* [Expert information. Methods of obtaining and analysis]. Moscow, *Radio i svyaz' – Radio and communications*, 1982, 184 p.

11. Litvak B. G. *Ekspertnye otsenki i prinyatie resheniy* [Expert assessments and decision-making]. Moscow, Patent Publ., 1996, 271 p.

12. Romashkina G. F., Tatarova G. G. *Koeffitsient konkordatsii v analize sotsiologicheskikh dannykh* [Concordance coefficient in the analysis of sociological data]. *Sotsiologiya: metodologiya, metody, matematicheskie modeli – Sociology: methodology, methods, mathematical models*, 2005, no. 20, pp. 131–158.

13. Gorskiy V. G., Gritsenko A. A., Orlov A. I. *Metod soglasovaniya klasterizovannykh ranzhirovok* [The method of matching clustered rankings]. *Avtomatika i telemekhanika – Automatics and telemechanics*, 2000, no. 3, pp. 159–167.

14. Mirkin B. G. *Problema gruppovogo vybora* [The problem of group selection]. Moscow, Nauka Publ., 1974, 256 p.

15. Orlov A. I. *Ekspertnye otsenki* [Expert assessments]. *Zavodskaya laboratoriya - Factory laboratory*, 1996, vol. 62, no. 1, pp. 54–60.