

УДК 65.018.08

В.П. Светлых, К.Н. Маловик

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, Украина

## ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Оценивание результативности и эффективности системы менеджмента качества эксплуатирующей организации (СМК ЭО) при эксплуатации ядерных установок (ЯУ) и источников ионизирующего излучения (ИИИ) осуществляется по результативности и эффективности управления ключевыми процессами при эксплуатации ЯУ и ИИИ с помощью критериев оценивания качества управления. Ключевые процессы определены экспертным методом. Для определения важности критериев, с учетом неопределенности экспертной оценки, применяется метод анализа иерархий.

**Ключевые слова:** эффективность, качество, эксплуатирующая ядерная установка, источники ионизирующего излучения, эксплуатация метод анализа иерархий, ядерная и радиационная безопасность.

### Введение

Одним из наиболее сложных вопросов при использовании процессного подхода является формирование и определение показателей результативности и эффективности системы менеджмента качества эксплуатирующей организации (СМК ЭО).

В соответствии с требованиями [1], оценка качества управления СМК ЭО проводится по результативности и эффективности ключевых процессов. Ключевые процессы – это процессы, оценивание результативности и эффективности которых, дает объективную оценку состояния ядерной и радиационной безопасности. Ядерная и радиационная безопасность является основным показателем качества эксплуатации ЯУ и ИИИ.

Ключевые процессы и факторы определены экспертным методом с применением ранговых оценок [2]. Использование экспертного метода при решении практических задач ограничивается необходимостью учета фактора неопределенности имеющего не статистическую природу (субъективные оценки экспертов) [3].

Цель – классифицировать критерии оценивания результативности и эффективности СМК ЭО.

Задача – классифицировать критерии оценивания результативности и эффективности ключевых процессов по степени важности их влияния на ядерную и радиационную безопасность при эксплуатации ЯУ и ИИИ методом анализа иерархий с учетом неопределенности экспертной оценки.

### Основной материал

Система менеджмента качества эксплуатирующей организации имеет иерархическую структуру и представляет собой комплекс подсистем управления различных рангов.

Метод анализа иерархий [4] (МАИ) является систематической процедурой для иерархического представления элементов, определяющих суть про-

блемы классификации по важности критериев оценивания качества эксплуатации ЯУ и ИИИ. Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и дальнейшей обработки последовательности суждений лица, принимающего решение, по парным сравнениям. В результате может быть выражена относительная степень взаимодействия элементов в иерархии в численном выражении. МАИ включает процедуры синтеза множественных суждений, получения приоритетности критериев и нахождения альтернативных решений.

На рис. 1 представлена декомпозиция процессов и критериев, влияющих на ядерную и радиационную безопасность в иерархию.

На основании обработки экспертных данных определены пятнадцать критериев и четыре ключевых процесса, которые оказывают существенное влияние на ядерную и радиационную безопасность. На первом уровне находится основной показатель качества эксплуатации ЯУ и ИИИ, на втором уровне находятся пятнадцать критериев, влияющих на ядерную и радиационную безопасность, а на третьем – находятся ключевые процессы, которые должны быть оценены по отношению к критериям второго уровня.

Парные сравнения критериев по относительной важности проведем, расположив их предварительно в виде квадратной обратно симметричной матрицы (Приложение А), в которой указаны оценки экспертов об относительной важности сравниваемых отдельных критериев по отношению к ядерной и радиационной безопасности с использованием шкалы относительной важности (табл. 1, Приложение). Собственный вектор матрицы определим способом нормализации элементов каждого столбца матрицы и затем в усреднении каждой строки. Таким образом, мы получим не только порядок приоритетов каждого отдельного критерия, но и величину его приоритета.

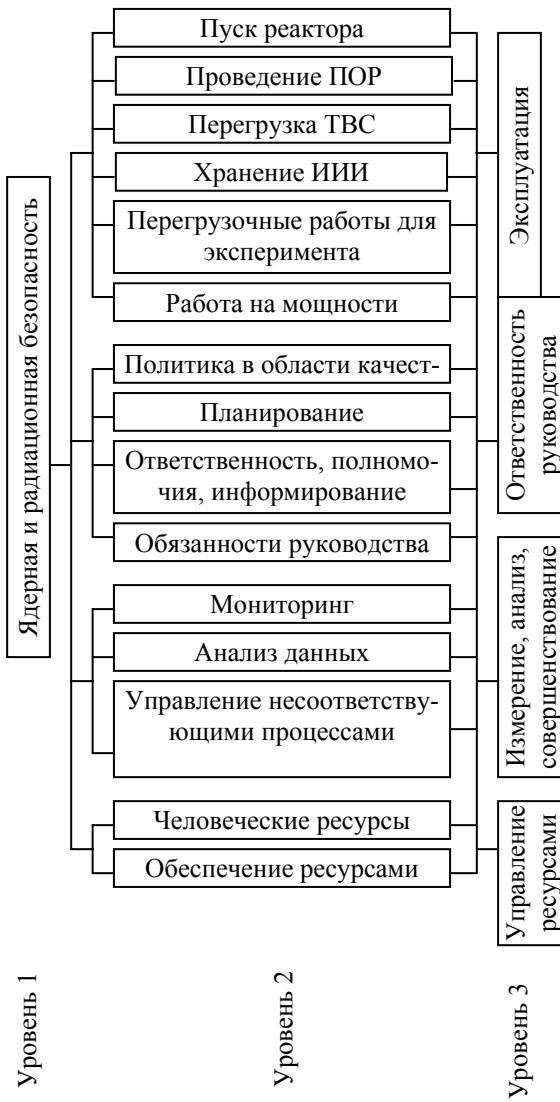


Рис. 1. Иерархия ключевых процессов и критериев, влияющих на ядерную и радиационную безопасность

В результате расчета получили нормализованную оценку вектора приоритета.

Наибольшее собственное значение матрицы суждений  $\lambda_{max} = 21,832$ . Для обратно симметричной матрицы всегда  $\lambda_{max} \geq n$ . Согласованность матрицы:

$$C = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} = 0,488,$$

где  $n$  – число сравниваемых критериев,  $n = 15$ .

Согласованность суждений экспертов недостаточная в связи с тем, что матрица состоит из пятнадцати элементов, а для больших матриц трудно достигнуть высокого уровня согласованности.

Анализ векторов приоритетов по величине нормированного вектора позволяет ранжировать критерии по важности их влияния на ядерную и радиационную безопасность и выделить в исходных многомерных данных такие однородные подмножества критериев (кластеры), которые внутри групп оказывали бы одинаковое влияние на ядерную и радиационную безопасность при эксплуатации ЯУ и ИИИ. По схожести влияния критериев получили пять групп.

Таблица 1  
Шкала относительной важности

Значения	Определение	Объяснения
1	Равная важность	Равный вклад двух критериев
3	Умеренное превосходство	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному критерию над другими
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство
7	Значительное превосходство	Одному критерию дается очень сильное превосходство
9	Очень сильное превосходство	Очевидность превосходства одного критерия над другим наиболее сильно
2,4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяются в компромиссном случае

Примечание: Для более точного решения задачи классификации критериев целесообразно применить математический аппарат теории нечетких множеств с использованием метода кластерного анализа.

1 группа	– Работа на мощности – Ответственность, полномочия, информирование	–0,13 –0,113
2 группа	– Пуск реактора – Обеспечение ресурсами – Человеческие ресурсы	–0,104 –0,103 –0,078
3 группа	– Мониторинг – Проведение ПОР – Перегрузочные работы для эксперимента – Перегрузка ТВС – Политика в области качества – Анализ данных	–0,077 –0,076 –0,052 –0,048 –0,048 –0,046
4 группа	– Управление несоответствующими процессами – Хранение ИИИ	–0,038 –0,035
5 группа	– Обязанности – Планирование	–0,028 –0,025

Таким образом, наиболее важными критериями с точки зрения влияния на ядерную и радиационную безопасность, являются критерии первой группы, затем – второй и, наконец, третьей группы. Критерии четвертой и пятой групп не являются определяющими на этапе эксплуатации ЯУ и ИИИ.

### Выводы

1. Применение метода анализа иерархий позволяет классифицировать критерии оценивания качества эксплуатации ЯУ и ИИИ по важности с учетом неопределенности экспертной оценки.

2. С помощью метода анализа иерархий трудно достичь высокого уровня согласованности мнения экспертов, но возможно сгруппировать точки выборочного множества в подмножества критериев (кластеры) так, чтобы подобные критерии относились к одному и тому же подмножеству, а не подобные – к другим подмножествам.

## Список литературы

1. Оценка функционирования программы обеспечения качества. Руководство по безопасности. Серия безопасности С-SG-Q5 МАГАТЭ. – Вена, 1996.

2. Смирнов С.Б., Светлых В.П., Софийский И.Ю., Векслер Э.М. Экспертный метод в системе управления качеством эксплуатации исследовательского реактора ИР-100 и источников ионизирующего излучения // Сборник научных трудов СХУЯЭиП. – 2006. – № 2(18). – С. 237-247.

3. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.О. Системы поддержки принятия решений: проектирование,

применение, оценка эффективности. – Севастополь: МО Украины, НАН Украины, НИЦ ВСУ Украины «Государственный океанариум», 2004. – 317 с.

4. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 223 с.

Поступила в редколлегию 23.04.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. И.П. Захаров, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## Приложение А

## Иерархическая матрица для сравнения относительной важности критериев на втором уровне

Ядерная и радиационная безопасность	Пуск реактора	Проведение ПОР	Перегрузка ТВС	Хранение ИИИ	Перегрузочные работы для эксперимента	Работа на мощности	Политика в области качества	Планирование	Ответственность, полномочия, информирование	Обязанности руководства	Мониторинг	Анализ данных	Управление несоответствующими процессами	Человеческие ресурсы	Обеспечение ресурсами	Оценки компонента вектора	Нормированная оценка вектора приоритета
Пуск реактора	1	3	2	5	3	1	3	5	0,33	3	3	5	5	0,143	0,33	1,758	0,104
Проведение ПОР	0,33	1	3	3	1	0,25	3	5	1	4	0,33	3	0,33	1	3	1,286	0,076
Перегрузка ТВС	0,5	0,33	1	3	1	0,33	2	3	0,25	3	0,33	3	0,2	0,33	1	0,817	0,048
Хранение ИИИ	0,2	0,33	0,33	1	0,33	0,33	4	1	0,5	5	0,2	0,33	3	0,33	0,2	0,584	0,035
Перегрузочные работы для эксперимента	0,33	1	1	3	1	0,33	2	2	0,33	0,33	0,33	3	3	1	0,33	0,877	0,052
Работа на мощности	1	4	3	3	3	1	5	5	2	5	3	0,33	5	0,2	5	2,197	0,13
Политика в области качества	0,33	0,33	0,5	0,25	0,5	0,2	1	1	0,3	5	1	5	5	0,33	3	0,82	0,048
Планирование	0,2	0,2	0,33	1	0,5	0,2	1	1	0,2	0,33	0,5	1	1	0,2	0,33	0,427	0,025
Ответственность, полномочия, информирование	3	1	4	2	3	0,5	3	5	1	5	3	5	3	1	0,143	1,917	0,113
Обязанности руководства	0,33	0,25	0,33	0,2	3	0,2	0,2	3	0,2	1	0,33	0,33	1	0,25	1	0,466	0,028
Мониторинг	0,33	3	3	5	3	0,33	1	2	0,33	3	1	1	2	3	0,33	1,310	0,077
Анализ данных	0,2	0,33	0,33	3	0,33	3	0,2	1	0,2	3	1	1	3	3	0,33	0,778	0,046
Управление несоответствующими процессами	0,2	3	5	0,33	0,33	0,2	0,2	1	0,33	1	0,5	0,33	1	5	0,33	0,638	0,038
Человеческие ресурсы	7	1	3	3	1	5	3	5	1	4	0,33	0,33	0,2	1	0,143	1,312	0,078
Обеспечение ресурсами	3	0,33	1	5	3	0,2	0,33	3	7	1	3	3	3	7	1	1,735	0,103

## ВИБІР КРИТЕРІЇВ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ ЕКСПЛУАТУЮЧОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

Светлых В.П., Маловік К.М.

Оцінювання результативності і ефективності системи менеджменту якості експлуатуючої організації (СМЯ ЕО) при експлуатації ядерних установок (ЯУ) і джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) здійснюється по результативності і ефективності управління ключовими процесами при експлуатації ЯУ і ДІВ за допомогою критеріїв оцінювання якості управління. Ключові процеси визначені експертним методом. Для визначення важливості критеріїв, з урахуванням невизначеності експертної оцінки, застосовується метод аналізу ієрархії.

**Ключові слова:** результативність, ефективність, якість, експлуатуюча організація, ядерна установка, джерела іонізуючого випромінювання, експлуатація, ключові процеси, метод аналізу ієрархії, ядерна і радіаційна безпека.

## CHOICE OF CRITERIA OF EVALUATION OF EFFECTIVENESS AND EFFICIENCY OF SYSTEM OF MANAGEMENT OF QUALITY OF EXPLOITING ORGANIZATION

Svetlyh V., Malovik K.

The evaluation of effectiveness and efficiency of the system of management of quality of exploiting organization (SMQ EO) during exploitation of nuclear installations (NI) and sources of ionizing radiation (SIR) is carried out on effectiveness and management efficiency by key processes during the NI and SIR exploitation by the criteria of evaluation of quality of management. Key processes are certain by an expert method. For determination of importance of criteria, taking into account the vagueness of expert estimation the method of analysis of hierarchies is used.

**Keywords:** effectiveness, efficiency, quality, exploiting organization, nuclear installation, sources of ionizing radiation, exploitation, key processes, method of analysis of hierarchies, nuclear and radiation safety.