

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ РАБОТ ПО ПРЕОБРАЗОВАНИЮ ОБЪЕКТА „УКРЫТИЕ”

В. В. Деренговский

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Предложен методический подход для определения количественных (как частный случай – качественных) критериев и весовых коэффициентов с использованием метода экспертных оценок при проектировании и организации радиационно-опасных работ по преобразованию объекта „Укрытие”. Разработаны алгоритм проведения экспертных оценок и бланк опроса экспертов для принятия оптимального решения при возможной недостоверности или недостаточности данных. Даны рекомендации по применению данной методики.

Введение

В процессе деятельности по преобразованию объекта „Укрытие” необходимо будет обеспечить соблюдение норм и правил в области радиационной безопасности. Для этого необходимо обеспечить выбор оптимальных проектных решений и разработать мероприятия по радиационной безопасности. Комплексный подход к оптимизации проектных решений, организации противорадиационной защиты должен осуществляться на основе общей концепции радиационной безопасности, в основу которой положен принцип ALARA.

Очень часто при решении задач в процессе деятельности по преобразованию объекта „Укрытие” приходится делать оптимальный выбор проектного решения или технологий проведения работ в условиях недостаточной полноты исходных данных или их достоверности, что недостаточно освещено в научной литературе. Метод решения данной проблемы был предложен в [1]. Данная работа является продолжением указанной методики в части оценки недостоверных данных, представления качественных величин и выбору весовых коэффициентов.

Методика выбора оптимальных решений при производстве работ в радиационно-опасных условиях

Для решения поставленной задачи была разработана методика многокритериального анализа для принятия решения по выбору наиболее приемлемого варианта проектного решения и способа его реализации при проведении каких-либо работ по преобразованию объекта „Укрытие” в экологически безопасную систему при соблюдении ограничений, перечисленных в нормативно-правовых актах, документах заказчика, технических спецификациях и др. [1]

Рассматриваемая методика предполагает анализ вариантов с целью выбора оптимального. При этом предпочтительность выбора не может быть охарактеризована единственным критерием, следовательно, задача выбора является многокритериальной. Необходимо отметить, что ряд критериев, используемых для выбора варианта, не имеет выражения в денежном эквиваленте (например, коллективная доза населения, превышение предела доз и т.п.). В этой ситуации наиболее эффективным методом решения задачи выбора является многокритериальный анализ, который применяется в теории управления [2, 3].

Суть метода многокритериального анализа функции желательности состоит во введении агрегированного критерия, в котором объединяются все другие критерии [2]. С этой целью для каждого критерия осуществляется построение функции желательности $u_j(x)$, которая отображает область изменения каждого из критериев x в диапазоне баллов, изменяющихся от 0 до 1.

Обобщенный показатель эффективности W_i i -го варианта определяется как сумма соответствующих функций желательности

$$W_i = \sum_{j=1}^n k_j u_j(x_{ji}) \quad (1)$$

с весовыми коэффициентами k_j , которые выбираются так, чтобы

$$\sum_{j=1}^n k_j = 1. \quad (2)$$

Учитывая опыт выполнения работ по усилению блока балок Б1/Б1, подготовку проекта стабилизации строительных конструкций объекта “Укрытие”, а также требования украинских и международных требований и рекомендаций по соблюдению принципа ALARA предложены к рассмотрению следующие критерии принятия оптимального решения:

- 1) C - стоимость выполнения работ (включая затраты на противорадиационную защиту и обращение с радиоактивными отходами);
- 2) D - коллективная эффективная доза (КЭД) при реализации мероприятий;
- 3) R_p - коллективный радиологический риск персонала (без учета КЭД при реализации мероприятия);
- 4) R_N - коллективный радиологический риск населения;
- 5) F - финансовый риск;
- 6) T - время реализации проекта;
- 7) Q - величина риска ухудшения условий проведения регламентных работ, строительства нового безопасного конфанмента, извлечения топливосодержащих материалов и т.д.

Все перечисленные критерии в зависимости от степени проработки проектных решений, полноты и достоверности исходных данных могут быть рассчитаны с известной относительной погрешностью. При отсутствии полноты и/или достоверности исходных данных, а также недостаточной детальности проработки проектных решений при помощи экспертных систем проводится оценка необходимых данных, и соответствующие критерии будут иметь оценочные значения с указанием относительной погрешности или закона распределения. Кроме того, в общем случае все критерии могут быть как количественными, так и качественными. Чаще всего качественными являются критерии, оцененные при помощи экспертных систем.

В большинстве случаев первые шесть критериев являются количественными. Седьмой критерий, обычно, является качественным. Теоретически качественная оценка может быть проведена различными способами. Один из наиболее доступных и содержательно обоснованных – применение метода экспертных оценок.

Общий методический подход к построению экспертных систем

Основное назначение методов экспертных оценок – это определение индивидуальных точек зрения экспертов и формирование на их основе единого решения. Методы экспертных оценок – это организационные, логические и математико-статистические процедуры, которые направлены на получение от специалистов информации, ее анализ и обобщение для подготовки и принятия эффективных решений [4, 5].

Рассмотрим основные аспекты построения экспертной системы. Низкая степень возможной формализации некоторых объектов исследования, недостаточные знания законов их развития и т.п. определяют методологические основы использования экспертных оценок в целях обеспечения обоснованности принятия решений по управлению ими. Процесс экспертизы включает предъявление экспертам прогнозных гипотез, их персональную оценку каждым из экспертов и определение меры правдоподобия гипотезы на основе обобщения оценок.

Следует отметить, что научно-обоснованные методы проведения экспертных работ используются еще недостаточно. В практике часто при решении различных вопросов используется заключение одного эксперта. Однако такого рода заключения носят в высокой степени субъективный характер. Находят широкое применение экспертные заключения рабочих групп и комиссий, но и в этих случаях не производится оценка достоверности полученных результатов. Существенным недостатком такой процедуры является и то, что на заключение всей группы экспертов значительное влияние оказывают взгляды наиболее авторитетных и активных членов группы. Качество формирования групп экспертов может быть повышено, если использовать методы формализованной оценки степени компетентности экспертов, которые основаны на специальных тестах, взаимной оценке экспертов и их самооценке.

Определение индивидуальных точек зрения и формирования на их основе единой мысли можно проводить различными способами. Классификация методов экспертных оценок проводится на основе двух классификационных признаков: методы опроса экспертов и методы оценивания результатов (рис. 1).

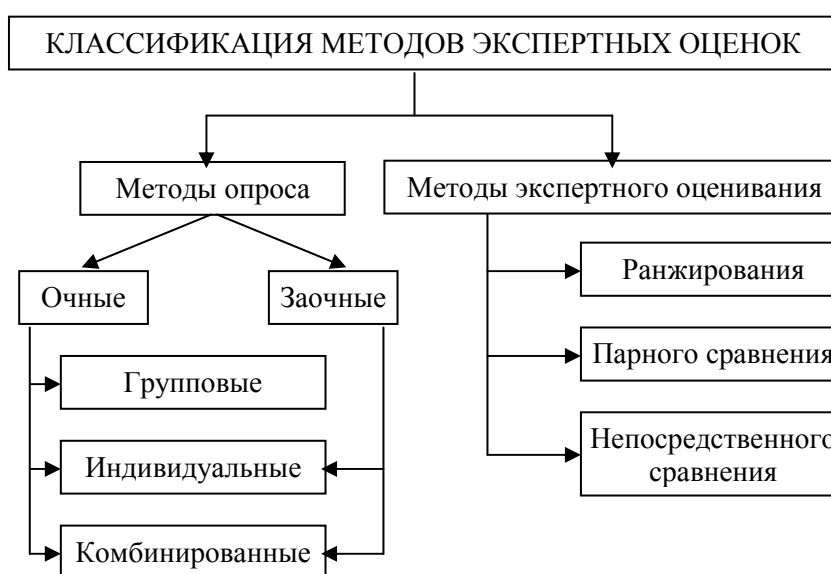


Рис. 1. Классификация методов экспертных оценок.

Метод непосредственного оценивания – наиболее распространенный метод в практике принятия решений [6]. Он позволяет эксперту использовать более чувствительный инструмент взаимного сравнения вариантов. При использовании этого метода перед экспертом ставится задача – оценить качественное свойство критерийного показателя в баллах (предварительно устанавливается диапазон изменений этой оценки). Эксперты должны отображать степень соответствия варианта рассматриваемому свойству. Баллы – это штучные числовые оценки качественного свойства.

Построение метода экспертных оценок при проектировании и организации радиационно-опасных работ по преобразованию объекта „Укрытие”

Для решения поставленной задачи разработан следующий алгоритм проведения экспертной оценки, представленный на рис. 2. Первым шагом данного алгоритма является определение группы экспертов. Экспертов необходимо подбирать в соответствии с решаемыми задачами, квалификацией, опытом работы по проектам текущей эксплуатации и проектам преобразования объекта „Укрытие”, научными достижениями в радиационной и ядерной безопасности, а также с их согласия в работе экспертной группы.

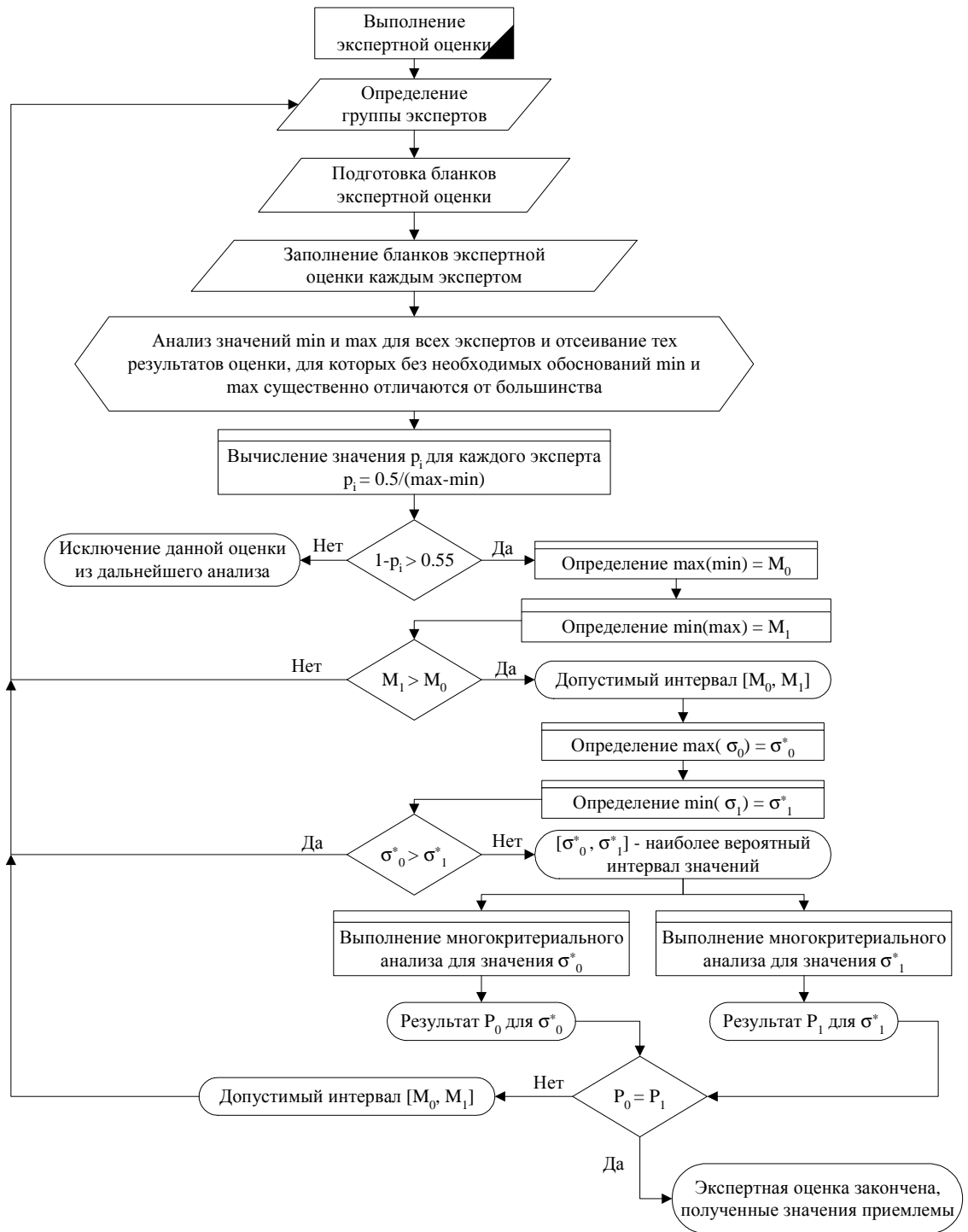


Рис. 2. Схема проведения экспертной оценки.

Далее для каждого эксперта готовится бланк экспертной оценки (шаг 2), который должен содержать следующие данные:

Исходные данные: Ф.И.О. эксперта; образование, научные звания, опыт работы; наименование оцениваемой величины; единицы измерения; дополнительные сведения; граничные условия.

Результаты оценки эксперта: min значение; обоснование; max значение; обоснование; наиболее вероятный интервал $[\delta_0, \delta_1]$; обоснование; дата; подпись.

Первая часть бланка (исходные данные) заполняется руководителем работы. Вторую часть бланка (результаты оценки эксперта) заполняет индивидуально каждый из экспертов (шаг 3). После этого руководитель работы собирает заполненные бланки и проводит анализ

значений \min и \max для всех экспертов (шаг 4). Если по оценкам некоторых экспертов эти значения существенно отличаются от большинства, то бланки этих экспертов исключаются из дальнейшего анализа. Затем для каждого эксперта вычисляется значение $p_i = 0.5/(\max - \min)$ (шаг 5). Следующим шагом (шаг 6) выполняется проверка согласованности оценок экспертов: $1 - p_i > 0,55$. Если данное условие не выполняется, то результаты оценки i -го эксперта исключаются из дальнейшего анализа как несогласованные с результатами оценок большинства экспертов. Если данное условие выполняется, то переходят к определению допустимого интервала значений M_0 (шаг 7) и M_1 (шаг 8) и проверки условия корректности допустимого интервала значений $M_1 > M_0$ (шаг 9): $M_0 = \max(\min_i)$, $M_1 = \min(\max_i)$. Если условие корректности не выполняется, то проводится заседание экспертной группы во главе с руководителем работы, проводится более детальный анализ оценок и обоснований каждого эксперта, после чего или корректируются некоторые оценки, или проводится новое экспертное оценивание.

В случае выполнения условия корректности оценок устанавливают допустимый интервал $[M_0, M_1]$ и переходят к определению наиболее вероятного интервала оценок σ^*_0 (шаг 10) и σ^*_1 (шаг 11) и проверки условия корректности наиболее вероятного интервала оценок $\sigma^*_0 > \sigma^*_1$ (шаг 12): $\sigma^*_0 = \max(\sigma^*_i)$, $\sigma^*_1 = \min(\sigma^*_i)$. Если условие шага 12 выполняется, то получают некорректный допустимый интервал оценок и необходимо провести повторно экспертное оценивание. Если условие шага 12 не выполняется, то $[\sigma^*_0, \sigma^*_1]$ – наиболее вероятный интервал оценок (шаг 13). Теперь можно применить полученные значения для дальнейшего анализа (например, выполнить многокритериальный анализ) с тем условием, что анализ выполняется сразу и для σ^*_0 (шаг 14), и для σ^*_1 (шаг 15). После этого полученные результаты анализа (шаг 16 и шаг 17) сравнивают между собой. Если эти результаты различны, то процедура экспертной оценки выполняется повторно, но с указанием допустимого интервала $[M_0, M_1]$. Если же результаты анализа совпадают, то экспертная оценка закончена и полученные значения приемлемы для применения.

Описанный алгоритм легко применим и для качественных оценок. Для этого необходимо его упростить, используя метод непосредственного оценивания на основе 9-бальной шкалы следующим образом: $\min = 1$, $\max = 9$, наиболее вероятный интервал - $[2, 8]$. Все остальные этапы алгоритма выполняются с учетом указанных изменений.

Использование данного метода позволяет в условиях недостаточности исходных данных при реализации работ по преобразованию объекта “Укрытие” в экологически безопасное состояние проводить численную оценку следующих величин:

весовых коэффициентов для методики выбора оптимальных решений при производстве работ в радиационно-опасных условиях [1];

стоимости выполнения работ (включая затраты на противорадиационную защиту и обращение с радиоактивными отходами);

КЭД при реализации мероприятий;

коллективного радиологического риска персонала (без учета КЭД при реализации мероприятия);

коллективного радиологического риска населения;

финансового риска;

времени реализации проекта.

Также с помощью данного метода можно в условиях недостаточности исходных данных при реализации работ по преобразованию объекта “Укрытие” в экологически безопасное состояние проводить качественную оценку следующих величин:

величины риска ухудшения условий проведения регламентных работ, строительства нового безопасного конфинмента;

величины риска ухудшения условий извлечения топливосодержащих материалов и т.д.

Выводы

Кроме того, в комплексе с применением методики выбора оптимальных решений при производстве работ в радиационно-опасных условиях [1], использующей многокритериальный анализ, представленный метод экспертных оценок позволяет в условиях недостаточности исходных данных проводить анализ и сравнение вариантов реализации следующих работ по преобразованию объекта “Укрытие”:

- выполнения стабилизационных мероприятий строительных конструкций;
- создания нового безопасного конфайнмента;
- работ по демонтажу вентиляционной трубы ВТ-2;
- снятия энергоблоков ЧАЭС с эксплуатации;
- выбора оптимальных технологий обращения с радиоактивными отходами;
- выбора площадки размещения радиационно-опасных объектов;
- выбора технологической схемы и технологий извлечения топливосодержащих материалов;
- выбора методов и технологий демонтажа нестабильных строительных конструкций объекта „Укрытие”;
- других работ, у которых критериев оценки несколько и они не могут сравниться в исходном виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батий В.Г., Деренговский В.В., Малахов Ю.В. Методика выбора оптимальных решений при производстве работ в радиационно-опасных условиях // Проблемы Чернобиля. - 2006. - Вип. 6.- С. 77.
2. Кини Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1981. - 560 с.
3. Кини Р. Размещение энергетических объектов: выбор решений / Пер. с англ. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 318 с.
4. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам / Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. - 388 с.
5. Форсайт Р. Экспертные системы. Принцип работы и примеры / Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1987. - 224 с.
6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993.

Поступила в редакцию 08.02.07

15 ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РАДІАЦІЙНО-НЕБЕЗПЕЧНИХ РОБІТ ПО ПЕРЕТВОРЕННЮ ОБ'ЄКТА „УКРИТТЯ”

В. В. Деренговський

Запропоновано методичний підхід для визначення кількісних (як окремих випадок – якісних) критеріїв і вагових коефіцієнтів із використанням методу експертних оцінок при проектуванні та організації радіаційно-небезпечних робіт по перетворенню об'єкта „Укриття”. Розроблено алгоритм проведення експертних оцінок і бланк опитування експертів для прийняття оптимального рішення при можливій недостовірності або недостатності даних. Наведено рекомендації по застосуванню даної методики.

15 USE OF EXPERT ESTIMATIONS TECHNIQUE DURING DESIGNING AND ORGANIZATION OF RADIATION-DANGER WORKS ON THE SHELTER TRANSFORMATION

V. V. Derenhovsky

Methodical approach for determination of quantitative criteria (and quality criteria - as exemption) and weight coefficients by means of expert estimations technique during designing and organization of radiation-danger works on the Shelter transformation was proposed. Algorithm of expert estimation performing was worked out as well as a form for experts' poll for chose of optimal decision acceptance in case of possible lack or uncertainty of data. Recommendations on the technique utilization were given.