

РАЗДЕЛ 4. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В зависимости от плотности пунктов отбора проб, составлены более детальные векторные интерактивные карты для Благовещенского, Славгородского районов, г. Барнаула, окрестность г. Горняка, ссылки, на которые, приведены на втором уровне.

На этом же уровне представлены результаты исследований «качества атмосферного воздуха и заболеваемости населения г. Барнаула».

Для удобства работы и навигации по сайту в гипертекстовые документы внедрены объекты JavaScript - навигационные кнопки.

В Интернет-проекте представлен 171 объект баз данных. Общий объем информации, представленной в проекте ~ 9 Мбайт.

Выводы

1. Сформирован электронный банк данных, содержащий ряды многолетних наблюдений за характеристиками атмосферных аэрозолей в приземном слое воздуха на территории Алтайского края и Республики Алтай в период 1991-2012гг.
2. Разработана база данных «Аэрозоли Алтая», содержащая информацию о спектрах размеров частиц, элементном и ионном составе, массовой концентрации, а так же, данные о метеопараметрах в пунктах отбора проб в регионе Алтай. В базу данных так же вошли результаты исследований качества атмосферного воздуха и заболеваемости населения в г. Барнауле Алтайского края.
3. Создана топологическая векторная модель представления данных ГИС, обеспечивающая доступ к базе данных «Аэрозоли Алтая» в глобальной сети Internet.

4. База данных опубликована в сети Internet на странице электронных ресурсов ИВЭП СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ульман, Дж. Основы систем баз данных [Текст] / Дж. Ульман. – М.: Финансы и статистика, 1983. - 334с.
2. Кошкарев, А. В. Форматы данных [Текст] / А. В. Кошкарев. // Проблемы ввода и обновления пространственной информации: материалы докладов Первого семинара Всероссийской учебно - практической конференции. - М.: РГУ нефти и газа, 1996 г.
3. Разработка структуры метаданных по атмосферным аэрозолям на основе информационной модели [Текст]: Вычислительные технологии. Т.9, часть 2, Специальный выпуск / К.П. Куценогий [и др.], 2004. - 25-33 с.
4. Козодоева, Е.М. Информационные ресурсы для обеспечения исследований атмосферного аэрозоля [Текст]: Вычислительные технологии. Т.10, часть 2, Специальный выпуск / Е.М. Козодоева, Н.А. Лаврентьев, А.З. Фазлиев, 2005. - 20-31 с.
5. Капустин, Г. А. Растровые модели пространственно-распределенных данных [Текст] / Г. А. Капустин // Проблемы ввода и обновления пространственной информации: материалы докладов Первого семинара Всероссийской учебно - практической конференции. - М.: РГУ нефти и газа, 1997 г.

к.ф.-м.н. Б.Н. Дмитриев, д.ф.-м.н. И.А. Суторихин, Институт водных и экологических проблем СО РАН. 656099 Барнаул, ул. Молодежная, 1, sia@iwep.ru,

УДК 681.3.067

О ПОДСИСТЕМЕ ОЦЕНКИ КВАЛИФИКАЦИИ ЭКСПЕРТОВ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

Е.В. Зырянова, В.М. Белов, Д.Л. Косов

В статье рассматривается раздел автоматизированной системы оценки качества экологических экспертиз (АС ОК ЭЭ), позволяющий проводить оценку квалификации эксперта (КЭ), описан используемый математический аппарат и вычислительный эксперимент.

Ключевые слова: экологическая экспертиза (ЭЭ), квалификация эксперта, автоматизированная система.

Актуальность

ЭЭ проводится перед строительством любого объекта с целью предотвращения негативного влияния этого объекта на окружающую среду. Так как ЭЭ является одним из сильнейших рычагов рационального природопользования, то необходимо знать,

насколько качественно она проводится. Для этого нами разработан специальный алгоритм, на его основе создана АС ОК ЭЭ. Чтоб оценка качества ЭЭ была полноценной, необходимо оценить не только процедуру проведения самой экспертизы, но и квалификацию специалистов, проводивших данную

РАЗДЕЛ 4. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

На следующем этапе разрабатывается лингвистическая переменная «Квалификация эксперта», и в соответствии с ней выстраивается лингвистическая шкала \tilde{HE} , служащая эталоном и используемая для итоговой оценки КЭ.

Затем проводится тестирование проверяющих экспертов по опроснику. По ответу проверяющего эксперта i на вопрос j формируется нечеткое число H_{ij} . Значение нечеткого числа, соответствующее ответу группы проверяющих экспертов из N человек на j -й вопрос, определяют по формуле:

$$\tilde{H}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_{ij} \quad (5)$$

Суммарную оценку качества определяют по формуле:

$$\tilde{HS} = \left(\sum_{j=1}^n \tilde{B}_j \cdot \tilde{H}_j \right) \quad (6)$$

Полученное число сравнивают с эталоном, для чего вычисляют α -уровневое расстояние:

$$d_s(\tilde{HS}, \tilde{HE}_s) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m |x_i - y_j|, \forall \mu_{\tilde{HE}} > \alpha, \quad (7)$$

где α – заданное значение α -уровня ($0 \leq \alpha \leq 1$),

x_i, y_j – носители полученного и эталонного нечеткого числа \tilde{HS} и \tilde{HE}_s ,

m – количество компонентов нечеткого числа \tilde{HS} ,

k – количество компонентов нечеткого числа \tilde{HE}_s с функцией принадлежности

$$\mu_{\tilde{HE}_s} > \alpha.$$

Критерием соответствия \tilde{HS} одному из эталонных является минимальное из вычисленных α -уровневых расстояний.

Вычислительный эксперимент

В качестве вычислительного эксперимента рассчитаем оценку квалификации эксперта, проводившего некоторую теоретическую ЭЭ, взяв в тестирование по одному обобщенному вопросу из каждого раздела перечня вопросов, предложенного в статье [4]. Перечень вопросов будет выглядеть следующим образом:

1. Обладает ли эксперт личными качествами, необходимыми для эксперта в области ЭЭ?
2. Достаточное ли образование имеет эксперт?
3. Достаточный ли опыт работы в области ЭЭ имеет эксперт?
4. Можно ли считать данного эксперта независимым при проведении данной ЭЭ?
5. Обладает ли эксперт в полной мере знаниями, необходимыми для проведения данной ЭЭ?
6. Имеет ли эксперт достаточное количество научных разработок и публикации в области ЭЭ?

Вычисление оценки КЭ проведем с использованием описанной выше нечеткой модели с лингвистической шкалой.

Зададим базовое терм-множество лингвистической переменной, определяющей КЭ, нечеткими термами T_i : $T = \{\text{очень низкая КЭ; низкая КЭ; средняя КЭ; нормальная КЭ; неизменная КЭ; высокая КЭ; очень высокая КЭ}\}$.

Зададим лингвистическую шкалу (эталонные числа \tilde{HE}_s), по которой проверяющие

эксперты будут оценивать КЭ, давая ответы на вопросы предложенного перечня. Шкала состоит из пяти термов со степенями принадлежности относительно лингвистической переменной T :

Да (0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,7; 0,9; 1);

Скорее да, чем нет (0; 0,1; 0,3; 0,6; 0,9; 1; 0,9);

Ни да, ни нет (0,1; 0,2; 0,6; 1; 0,6; 0,2; 0,1);

Скорее нет, чем да (0,8; 1; 0,7; 0,4; 0,2; 0,1; 0);

Нет (1; 0,8; 0,6; 0,2; 0,1; 0; 0).

Далее произведем ранжирование вопросов, используя таблицу 1. Составим матрицу парных сравнений (суждений) для предложенного перечня вопросов. Пусть при количестве вопросов $n=6$ матрица выглядит следующим образом:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 7 & 3 & 5 & 1 \\ 0,33333 & 1 & 5 & 5 & 4 & 3 \\ 0,14286 & 0,2 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 0,33333 & 0,2 & 1 & 1 & 5 & 5 \\ 0,2 & 0,25 & 0,33333 & 0,2 & 1 & 3 \\ 1 & 0,33333 & 1 & 0,2 & 0,33333 & 1 \end{pmatrix}$$

По формуле (1) рассчитываем преобразованную матрицу. На основе преобразованной матрицы по формуле (2) находим коэффициенты важности. Далее производим их

экспертизу – экспертов. В данной статье рассмотрим подсистему АС ОК ЭЭ для оценки квалификации экспертов (КЭ), проводивших ЭЭ.

Структура подсистемы АС ОК ЭЭ оценки КЭ

Оценка КЭ реализуется с помощью следующих операций:

1. Создание опросников для оценки КЭ;
2. Ведение базы данных с вопросами и другой информацией, необходимой для оценки КЭ и работы системы;
3. Расчет матриц парных сравнений (суждений) и коэффициентов важности для критериев оценки КЭ;
4. Разработка шкал, в соответствии с которыми производится оценка КЭ;
5. Организация тестирования проверяющих экспертов по опросникам, разработанным для оценки КЭ;
6. Анализ результатов опроса проверяющих экспертов и расчет оценки КЭ с использованием аппарата теории нечетких множеств (ТНМ);
7. Формирование отчетов по результатам проведения оценки КЭ.

Чтобы оценка КЭ была всесторонней и полноценной [1], эксперт, ответственный за проведение оценки КЭ, должен грамотно сформулировать опросники, которые будут использоваться при тестировании. Подробные характеристики опросников по оценке КЭ описаны в работе [4]. Так же ответственный эксперт должен внести данные, необходимые для расчета матриц парных сравнений (суждений), и разработать и интегрировать в систему шкалы, в соответствии с которыми будет даваться оценка КЭ.

Математическое обеспечение

В качестве математического аппарата в АС ОК ЭЭ используется аппарат ТНМ как наиболее эффективно отображающий неопределенности и неточности реальности. Опишем нечеткую модель с использованием лингвистической шкалы [2, 3], которая применяется в АС ОК ЭЭ для оценки КЭ.

Первым шагом в формировании опросника для проведения оценки КЭ с учетом всех рекомендаций является матрица парных сравнений (суждений) $A=(a_{ij})$, которая задает для каждого вопроса его вес относительно других вопросов. Матрицу суждений создают на основе шкалы, описанной в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица суждений

Оценка значимости	Качественная оценка	Примечание
1	Одинаковая значимость	Альтернативы имеют одинаковый ранг
3	Слабое преимущество	Преимущество одной альтернативы перед другой малоубедительное
5	Сильное преимущество	Есть надежные доказательства существенного преимущества одной альтернативы
7	Очевидное преимущество	Существуют убедительные свидетельства в пользу одной альтернативы
9	Абсолютное преимущество	Свидетельство в пользу преимущества одной альтернативы над другой с наибольшей мерой убедительности
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения	Используются, если необходим компромисс

Далее матрицу $A=(a_{ij})$ преобразовывают в матрицу $A'=(a'_{vw})$ по формуле:

$$a'_{vw} = \begin{cases} \frac{100}{a_{ij} + 1} \cdot a_{ij} & \forall i < j : v = i, w = j \\ 1 & \forall i = j : v = w = i = j \\ \frac{100}{a_{ij} + 1} & \forall i < j : v = j, w = i \end{cases} \quad (1)$$

На основании преобразованной матрицы рассчитывают коэффициенты важности B_i для каждого из n вопросов по формуле:

$$B_i = \sum_{j=1}^n a'_{ij} \quad i \neq j. \quad (2)$$

Далее осуществляют нормализацию коэффициентов важности

$$\tilde{B}_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \quad (3)$$

таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$\sum_{i=1}^n \tilde{B}_i = 1. \quad (4)$$

О ПОДСИСТЕМЕ ОЦЕНКИ КВАЛИФИКАЦИИ ЭКСПЕРТОВ В ЗАДАЧЕ АВТОМАТИЗАЦИИ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

нормализацию по формуле (3), соблюдая условие (4). Получаем итоговые коэффициенты важности для вопросов перечня:

$$\tilde{B}_1 = 0,24722; \tilde{B}_2 = 0,23111; \tilde{B}_3 = 0,13611;$$

$$\tilde{B}_4 = 0,17222; \tilde{B}_5 = 0,10222; \tilde{B}_6 = 0,11112.$$

Количество проверяющих экспертов положим равным двум. Ответы на вопросы перечня приведем в таблице 2.

Таблица 2 – Ответы на вопросы перечня проверяющими экспертами

Номер вопроса	Ответ Эксперта 1	Ответ Эксперта 2
1	Да	Да
2	Скорее да, чем нет	Да
3	Ни да, ни нет	Ни да, ни нет
4	Скорее да, чем нет	Ни да, ни нет
5	Ни да, ни нет	Скорее нет, чем да
6	Скорее да, чем нет	Да

Вычислим нечеткие числа H_j , соответствующие ответу группы проверяющих экспертов на каждый вопрос, по формуле(5):

$$\tilde{H}_1 = (0; 0,02349; 0,0445; 0,07911;$$

$$0,11249; 0,12237; 0,12361);$$

$$\tilde{H}_2 = (0; 0,02196; 0,05084; 0,08782;$$

$$0,11209; 0,11556; 0,11556);$$

$$\tilde{H}_3 = (0,01293; 0,0245; 0,05717; 0,06806;$$

$$0,05717; 0,0245; 0,01293);$$

$$\tilde{H}_4 = (0,00861; 0,02411; 0,062; 0,08611;$$

$$0,08267; 0,08611; 0,07836);$$

$$\tilde{H}_5 = (0,04191; 0,05111; 0,04498; 0,05111;$$

$$0,03475; 0,01431; 0,00511);$$

$$\tilde{H}_6 = (0; 0,01056; 0,02444; 0,04222;$$

$$0,05389; 0,05555; 0,05555).$$

Далее вычислим суммарную оценку H_S

по формуле (6):

$$\tilde{H}_S = (0,06244; 0,14636; 0,25274; 0,34979;$$

$$0,37757; 0,3558; 0,33743).$$

Чтобы сравнить полученное число с эталонным, рассчитаем α -уровневые расстояния по формуле (7):

$$d_1(\tilde{H}_S, \tilde{H}_{E_1}) = 0,24871;$$

$$d_2(\tilde{H}_S, \tilde{H}_{E_2}) = 0,30507;$$

$$d_3(\tilde{H}_S, \tilde{H}_{E_3}) = 0,24348;$$

$$d_4(\tilde{H}_S, \tilde{H}_{E_4}) = 0,4085;$$

$$d_5(\tilde{H}_S, \tilde{H}_{E_5}) = 0,43701.$$

Получаем, что минимальное α -уровневое расстояние $d_{\min} = d_3(\tilde{H}_S, \tilde{H}_{E_3})$, то есть сум-

марная оценка \tilde{H}_S соответствует эталонному числу «Ни да, ни нет», которое по степени принадлежности сопоставимо четвертому терму базового терм-множества лингвистической переменной «КЭ». Следовательно, результирующим является терм «нормальная КЭ».

Выводы

Таким образом, в нашей работе показано, что предложенный вариант автоматизации оценки КЭ, реализованный в составе АС ОК ЭЭ при нечеткой входной информации позволяет провести полноценную оценку КЭ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Госстандарта РФ от 09.06.2001 №53 «Об утверждении Общих требований к компетентности экспертов Системы сертификации ГОСТ Р».
2. Корченко, А.Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения [Текст] / А.Г. Корченко. – К.: Изд-во «МК-Пресс», 2006. – 320 с.: ил.
3. Борисов, А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования [Текст] / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. - Рига: Зинатне, 1990.-184 с.
4. Зырянова, Е.В. Экологические экспертизы: оценка компетентности экспертов [Текст] / Е.В. Зырянова, В.М. Белов, Е.В. Пивкин // Ползуновский вестник. – 2013. – №2. – С. 288–289.

Аспирант **Е.В. Зырянова**, keyvezed@mail.ru; д.т.н., проф. **В.М. Белов**, vmbelov@mail.ru – Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, каф. безопасность и управление в телекоммуникациях; соискатель **Д.Л. Косов**, kosovdl@mail.ru – Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова.