

## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ ЭКСПЕРТНОМ ОЦЕНИВАНИИ

*Евгений Володарский, Елена Кириченко*

*Национальный технический университет Украины «КПИ»*

*Анотація:* Досліджується можливість визначення кількісних характеристик якості експертного оцінювання із застосуванням підходів, аналогічних розробленим у метрології для атестації засобів вимірювань.

*Summary:* The possibility of expert diagnostics quality estimation based on metrological approach implementation is investigated.

*Ключові слова:* Експертне оцінювання, похибка засобу вимірювання, похибка експерта.

### I Введение

Необходимость в использовании экспертных знаний возникает в ситуациях, когда не существует теоретически обоснованного способа принятия оптимального решения или затраты на его поиск объективными методами велики. Кроме того, существуют особые сферы деятельности, где эксперты, например, судьи, педагоги, врачи осуществляют оценивание как объектов, так и субъектов. При этом эксперты пользуются набором знаний – моделей, которые сформировались в их сознании в результате практически-аналитической деятельности.

В экспертном оценивании значений физической величины и в ее определении при помощи средств измерений существует много общего. Более того, установившийся термин «восприятие физической величины», с нашей точки зрения, больше соответствует процедуре именно экспертного оценивания. Также для этой процедуры могут быть определены и традиционные метрологические характеристики, например, «погрешность», «точность», «достоверность». Различие в оценках экспертами одного и того же объекта или субъекта свидетельствует о присущих экспертам индивидуальных особенностях. Этому различию, как это принято в метрологии, может быть поставлено в соответствие понятие «погрешности экспертов».

### II Основная часть

Как известно из [1], погрешности средств измерений в основном различаются в зависимости от:

- места их возникновения (инструментальные и методические погрешности);
- характера их изменения (систематические и случайные погрешности).

Можно показать, что в ходе экспертного оценивания возникают погрешности, аналогичные вышеперечисленным. Предположим, что экспертами производится оценка состояния объекта на основании значений диагностического признака, полученных объективными методами, например, измеренных с помощью соответствующих приборов. В этом случае различие в оценках экспертов может служить свидетельством использования ими разных моделей функционирования объектов, сформированных у каждого из экспертов в зависимости от собственного опыта. В свою очередь, эти модели зависят от количества включенных в них диагностических признаков и их взаимосвязей, а также от индивидуальных базы данных и базы знаний экспертов. В этом случае, пользуясь метрологической терминологией, мы можем говорить об индивидуальном «уравнении преобразования эксперта», которое представляет собой сложившуюся в сознании эксперта взаимосвязь между диагностическими признаками и диагнозом – решением о состоянии объекта или субъекта. В результате имеющее место различие в «уравнениях преобразования экспертов» носит методический характер.

Если же оценивание осуществляется на основе непосредственного изучения (осмотра) объекта или субъекта, то различие в оценках будет зависеть не только от сформированной экспертом модели, но и от погрешности процедуры восприятия и обработки информации самим экспертом. Источником неадекватности в этом случае служит инструментальная составляющая погрешности эксперта.

В зависимости от характера изменения погрешности во времени можно выделить ее систематическую и случайную составляющие. Оценивание значения систематических погрешностей средств измерений производится при помощи эталона. Трудности в определении этих погрешностей при экспертном оценивании заключаются в подборе и организации работы эталонных экспертов. Как известно, эталон в традиционном понимании подразумевает стабильность воспроизведения своих характеристик и доступность в любой момент времени, что не всегда возможно при работе с людьми. Кроме сравнения оценок аттестуемого эксперта с оценками эталонного эксперта выявление таких погрешностей возможно и в случае, когда доступны средства для получения объективной информации о состоянии объекта.

Следует также учитывать влияние такого фактора, как состояние эксперта в момент диагностирования, который может быть учтен в виде случайной составляющей погрешности оценивания. В отличие от средств измерений оценивание случайной составляющей очень часто нельзя осуществлять путем многократного наблюдения одного и того же субъекта, поскольку эксперт может запомнить состояние объекта и при повторном диагностировании не стремиться его изменить. Располагать же однородной совокупностью объектов, а тем более субъектов, не всегда возможно.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что суммарная погрешность эксперта складывается из следующих составляющих, которые являются аналогами систематических и случайных составляющих погрешности средств измерения:

- систематическая методическая (неадекватность сформированной экспертом модели функционирования объекта);
- систематическая инструментальная (индивидуальные особенности восприятия и обработки информации экспертом);
- случайная методическая (состояние эксперта в момент диагностирования);
- случайная инструментальная (индивидуальные особенности восприятия и обработки информации эксперта).

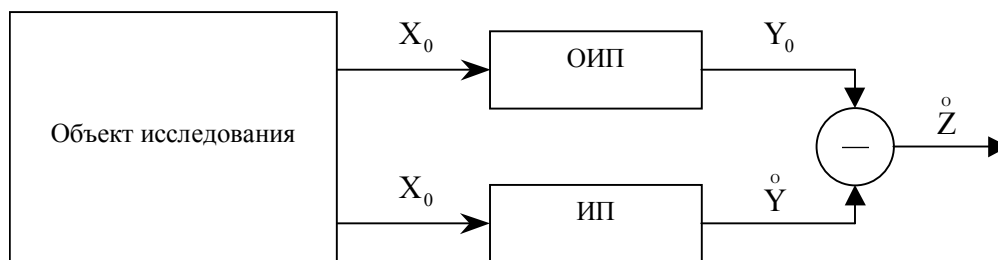
В метрологической практике известны два подхода к аттестации средств измерения: с образцовым измерительным прибором и образцовым сигналом (объектом) [1]. В первой схеме (рис. 1) предполагается, что значение информативного параметра  $X_0$  объекта исследования неизвестно. Поскольку считается, что образцовый измерительный прибор (ОИП) преобразует измеряемую величину без погрешности, то значение на выходе ОИП  $Y_0 = X_0$ .

На выходе аттестуемого измерительного прибора (ИП) находится величина

$$\overset{\circ}{Y} = X_0 + \Delta_S + \overset{\circ}{\Delta},$$

где  $\Delta_S$  – систематическая составляющая погрешности ИП;

$\overset{\circ}{\Delta}$  – случайная составляющая погрешности ИК.

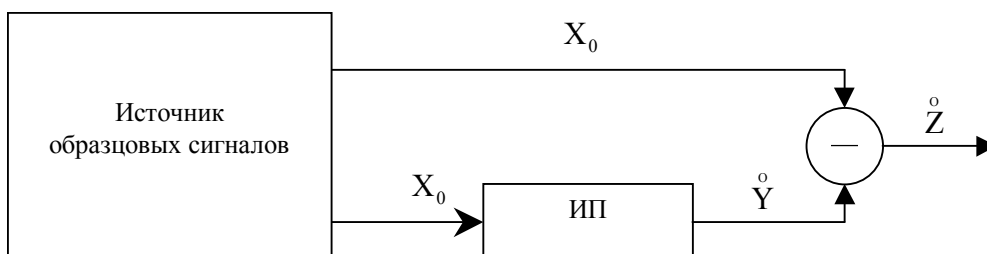


**Рисунок 1 – Схема аттестации с образцовым измерительным прибором**

Результатом оценивания погрешности ИП является величина

$$\overset{\circ}{Z} = \overset{\circ}{Y} - Y_0 = \bar{\Delta} + \overset{\circ}{\Delta}.$$

Вторая схема (рис. 2) используется в случае, когда значение информативного параметра  $X_0$  известно и, таким образом, является образцовым сигналом.



**Рисунок 2 – Схема аттестации с образцовым сигналом (объектом)**

Результатом оценивания погрешности ИП является величина

$$\overset{\circ}{Z} = \overset{\circ}{Y} - X_0 = \bar{\Delta} + \overset{\circ}{\Delta}.$$

Для определения значения  $\Delta_s$  и параметров закона распределения  $\overset{\circ}{\Delta}$  в каждой из приведенных схем измерения проводят  $n$  раз. Погрешность ИП определяется на основании значений математического ожидания  $\Delta_s$  и дисперсии  $\overset{\circ}{\Delta}$ , которые рассчитываются по традиционным формулам, приведенным, например, в [1].

Остановимся подробнее на особенностях применения представленных схем в рассматриваемой нами области.

Главной особенностью приведенных схем является то, что человек изучается нами и как объект и как субъект исследования. Затруднения, условно связываемые с объектом исследования, заключаются в том, что привлечение человека в качестве объекта исследования для многократного оценивания его состояния в течение длительного времени может оказаться невозможным или нежелательным. Поэтому решением этой проблемы может служить использование компьютерной модели объекта исследования, но при этом возникает требование обеспечения адекватности этой модели физическому объекту.

Что касается недостатков, обусловленных наличием субъекта исследования, то здесь можно выделить несколько аспектов.

Во-первых, при аттестации экспертов по первой схеме необходим эталонный эксперт, который выполняет функцию образцового измерительного прибора. Мы подразумеваем под «эталонным экспертом» специалиста высокой квалификации, поэтому его услуги либо оплачиваются выше, либо доступны не всегда. В этом случае предлагается провести отдельные исследования для формирования поля оценок эталонного эксперта, которые фиксируются в виде эталона для аттестации экспертов. Однако следует заметить, что более предпочтителен вариант, когда и эталонный и аттестуемый эксперты находятся в одинаковых условиях, хотя практически это трудно реализуемо.

Во-вторых, как мы уже говорили, при многократном оценивании параметров объекта эксперт может запомнить его состояние и воспроизводить диагноз по памяти. Это также свидетельствует в пользу применения компьютерной модели объекта, причем объекты в серии должны предъявляться случайно.

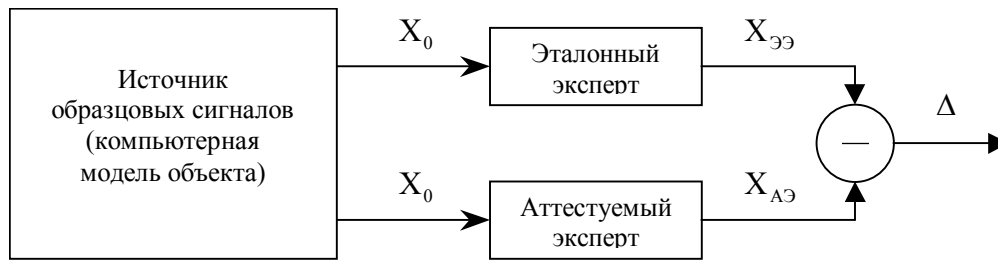
В-третьих, наиболее естественно эксперт выражает свои мысли в качественной форме. Поэтому для восстановления сформированной у эксперта взаимосвязи между значениями количественных диагностических признаков и качественным диагнозом целесообразно использовать аппарат нечеткой логики [2]. Применение методов нечеткой логики в данном случае будет заключаться в операции так называемого извлечения знаний из данных [3]. Эта операция позволяет проанализировать полученные в ходе диагностирования данные и без привлечения эксперта построить базу знаний. Последнее очень важно, так как не позволяет внести дополнительную погрешность, свойственную методам, в которых эксперт сам определяет параметры базы знаний или функций принадлежности нечетких переменных. Следует отметить, что в отличие от традиционно используемых в диагностике методов математической статистики представление диагностических признаков в форме нечетких лингвистических переменных и аппроксимация диагноза на основании нечеткого логического вывода обеспечивает погрешность аппроксимации на уровне десятых и сотых процента. Также к преимуществам этой группы методов нужно отнести возможность работы с многофакторной моделью «диагностический признак – диагноз».

Как следует из вышеизложенного, проведение аттестации экспертов имеет целый ряд специфических особенностей, для решения которых необходимо:

- организовать исследования, позволяющие осуществлять многократные наблюдения, исключая влияние субъективного восприятия эксперта – путем создания и аттестации многоуровневых компьютерных моделей изучаемого объекта или субъекта;
- использовать аппарат нечеткой логики для восстановления зависимости между диагностическими признаками и оценкой состояния объекта или субъекта.
- с применением методов нечеткой логики создать на основе многоуровневых компьютерных моделей изучаемого объекта или субъекта эталон экспертных оценок.

Решение этих задач требует модификации известных схем аттестации следующим образом.

В настоящее время в качестве критерия для определения качества экспертных оценок рассматриваются результаты оценивания экспертами состояния объектов, выраженные в качественной форме. С нашей точки зрения, возможно определение погрешности процедуры экспертного оценивания на основании индивидуальных оценок каждого из диагностических признаков состояния пациента (у аттестуемого и эталонного экспертов  $X_{AЭ}$  и  $X_{ЭЭ}$  соответственно). Эти количественные оценки могут быть восстановлены с помощью методов нечеткой логики [2].



**Рисунок 3 – Схема аттестации экспертов**

Аттестацию серии компьютерных моделей объектов необходимо проводить с привлечением эталонного эксперта (ЭЭ) по следующему алгоритму:

1. сформировать множество объектов с известными значениями диагностических признаков  $X$ ;
2. предъявить полученное множество объектов ЭЭ для оценивания состояния объекта ( $Y_{ЭЭ}$ );
3. восстановить значения индивидуальных оценок значений диагностических признаков  $X_{ЭЭ}$  по нечеткой модели взаимосвязи  $X - Y_{ЭЭ}$ ;
4. зафиксировать полученные значения  $X_{ЭЭ}$  и  $Y_{ЭЭ}$  в виде компьютерных моделей объектов;
5. предложить ЭЭ оценить компьютерные модели, предъявляя их случайным образом, и повторно зафиксировать значения  $Y_{ЭЭ}$ ;
6. сравнить выставленные на этапах 2 и 5 оценки  $Y_{ЭЭ}$  для проверки адекватности модели;
7. в случае совпадения оценок зафиксировать полученные значения  $X_{ЭЭ}$  и  $Y_{ЭЭ}$  в виде эталона для аттестации экспертов.

Процедура аттестации экспертов проводится следующим образом. Аттестуемому эксперту  $n$  раз предъявляется серия из  $m$  компьютерных моделей объектов, построенная случайным образом. Фиксируются значения оценок аттестуемого эксперта  $Y_{АЭij}$ ,  $i = 1, \dots, n$ ,  $j = 1, \dots, m$  и восстанавливаются значения индивидуальных оценок диагностических признаков  $X_{АЭij}$ . Затем на основании данных об эталонных оценках  $X_{ЭЭij}$  и полученных значениях  $X_{АЭij}$  вычисляется массив значений суммарной погрешности эксперта  $\Delta_{ij}$ :

$$\Delta_{ij} = X_{ЭЭij} - X_{АЭij}.$$

В качестве оценки систематической составляющей суммарной погрешности эксперта можно рассматривать значение математического ожидания  $\Delta_{ij}$ , а случайной – дисперсии  $\Delta_{ij}$ .

### **III Выводы**

Проведенные исследования показали возможность распространения подходов к аттестации средств измерения, разработанных в метрологии, к проблеме получения количественных характеристик точности процедуры экспертного оценивания. Определение погрешности экспертных оценок возможно при условии модификации известных схем аттестации средств измерения и использовании методов нечеткой логики.

*Литература: 1. Володарський Е. Т., Кухарчук В. В., Поджаренко В. О., Сердюк Г. Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. – Вінниця: Велес, 2001. – 219 с. 2. Ротштейн О. П. Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с. 3. Корнеев В. В., Гареев А. Ф., Васютин С. В., Райх В. В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. – М.: Нолидж, 2001. – 496 с.*