

$$\alpha = \arctg \frac{\Delta h}{l_{\text{центрами}}} = \arctg \frac{0,02}{500} = 0,0023^\circ$$

где Δh – разновысотность центров

$l_{\text{центрами}}$ – расстояние между центрами

$$\Delta_{17} = \sin(\alpha) \cdot l_{\text{дет}} = \sin(0,0023^\circ) \cdot 30 = 0,0012 \text{ мм}$$

где $l_{\text{дет}}$ — длина контролируемой поверхности (30 мм)

УДК 006.065:658.62.018.012

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СИСТЕМ НЕОДНОРОДНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Хорлоогийн А.С., Дашкевич Е.А., Дашкевич Р.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Решение современных задач управления сложными системами и объектами, широкомасштабное внедрение информационных технологий, необходимость повышения достоверности и качества исходной информации настоятельно требуют дальнейшего развития методов и алгоритмов обработки экспериментальных данных, анализа и моделирования процессов, характеризующих свойства изучаемого объекта. Одним из направлений такого развития является создание эффективных методов и алгоритмов, учитывающих неоднородность исходной информации. Такая неоднородность может носить различный характер и объективно обуславливаться разными причинами, связанными с особенностями конкретного объекта и/или со спецификой постановки задачи исследования.

При анализе процессов неоднородность может обуславливаться спонтанным изменением их характеристик, появлением аномальных наблюдений. При исследовании поведения многофакторных объектов зачастую приходится учитывать присутствие влияющих факторов как количественного, так и качественного характера. В задачах классификации неоднородность данных, их кластеризация является предпосылкой успешного решения данной задачи.

При оценивании объектов по значениям нескольких показателей приходится иметь дело не только с однородными показателями оцениваемого объекта. Нередко ставится задача оценки объекта по неоднородным показателям, то есть имеющим различные единицы измерения или измеренных в различных шкалах, то есть необходимо определить комплексный показатель объекта.

Сегодня одним из эффективных способов решения задачи оценки систем неоднородных показателей является применение экспертных методов оценки [1].

Достоинствами экспертного метода оценки любого оцениваемого объекта является:

Комплексирование первичных неопределенностей параметров осуществляется последовательно в рамках КЦ, ФУ, изделия. Рассчитанное значение сравнивается с допустимой инструментальной погрешностью.

1. Серенков П.С. Методы менеджмента качества. Проектирование норм точности / П.С. Серенков, Ю.Б.Спесивцева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009 – 336 с.

1. быстрота получения результатов без наличия нормативной базы;

2. возможность оценивания при невозможности измерить его характеристики количественными объективными методами.

Недостатками экспертного метода является его субъективность и соответствующие этому возможные погрешности результатов экспертизы, существенные затраты на привлечение опытных экспертов для участия в экспертных работах, влияние авторитетных членов экспертной группы и корпоративных интересов на мнение отдельных экспертов.

В качестве примера можно привести определение комплексной оценки физического состояния экспертными методами оценки.

Набор факторов в первую очередь зависит от цели физического совершенствования, то есть для разных целей определяются разные наборы показателей. Цели физического совершенствования можно условно разделить на три группы [2]:

1. Совершенствование физического развития организма (коррекция фигуры).
2. Совершенствование функционального состояния организма (улучшение работы сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы и т.д.).
3. Совершенствование физической подготовки организма (улучшение быстроты, выносливости, силы и т.д.).

В этом случае возникает необходимость проводить оценивание показателей в одной шкале. Структура оцениваемых характеристик и свойств объекта позволяет воспользоваться методом анализа иерархий (МАИ) в классической интерпретации Т. Саати. Этот метод относится к классу критериальных и занимает особое место, благодаря тому, что он получил исключительно широкое распространение и активно применяется по сей день.

Однако в ряде исследовательских работ, посвященных анализу этого метода, была показана

некорректность работы МАИ при определенных наборах входных данных (нарушение принципа транзитивности). Следовательно, для решения задачи необходимо воспользоваться методом анализа экспертных данных, являющимся аналогом МАИ, но который бы корректно анализировал корреляцию факторов, влияющих на принятие решений.

Для решения такой задачи необходимо:

1. Представить оцениваемый объект в виде системы показателей $U = f(u_1, u_2, \dots, u_n)$, представляющей собой совокупность неоднородных показателей (факторов), связанных между собой общей функциональной зависимостью и учесть, что:

1) измерение неоднородных показателей осуществляется в разных шкалах;

2) значения неоднородных показателей имеют различные единицы измерения.

2. Выбрать оптимальный метод решения поставленной задачи. Если комплексный показатель невозможно выразить через единичные с помощью объективной зависимости, необходимо применить субъективный способ образования комплексных показателей, например, экспертный метод оценки объекта.

Используя метод анализа экспертных оценок, решение задачи можно представить в виде определенной системы принятия решений в области поставленной задачи или в виде функции связи, определение которой осуществляется в два этапа:

1. Выбор метода измерения функции предпочтения в точках некоторого плана эксперимента.

2. Выбор метода аппроксимации функции.

В качестве примера можно представить физическое состояние человека в виде системы неоднородных показателей, которую необходимо с наилучшей достоверностью оценить. Однако из-за большого количества показателей, оцениваемых в разных шкалах, применение объективных методов определения комплексной оценки (комплексного показателя) является достаточно трудоемким.

В таком случае целесообразно было бы использовать экспертные методы оценки физического состояния человека, основанные на применении достаточно простых способов измерения состояний объекта. В качестве альтернативного способа оценки предполагается исходить из представления, что человеку проще сравнить, чем непосредственно оценить. Наиболее простым и обоснованным является метод парных сравнений (метод косвенного определения функции связи).

Метод парных сравнений основан на попарном сравнении альтернатив. Данный метод является одним из методов изучения предпочтений,

при котором из всех возможных парных сочетаний объектов необходимо выбрать самый предпочтительный в соответствии с заданным критерием, т.е. результатом является матрица парных сравнений, в которой сумма элементов строк дает представление о ранжировке всех объектов.

Существует два алгоритма, реализующие метод парных сравнений:

1) Алгоритм основанный на сравнении альтернатив, выполняемом одним экспертом (Алгоритм Саати);

2) Алгоритм основанный на попарном сравнении альтернатив, выполняемом группой экспертов.

Алгоритм Саати основан на сравнении альтернатив, выполняемом одним экспертом. Для каждой пары альтернатив эксперт указывает, в какой степени одна из них предпочтительнее другой.

Алгоритм основанный на попарном сравнении альтернатив заключается в том, что каждый из экспертов выполняет сравнение альтернатив независимо от других экспертов. Для каждой пары альтернатив эксперт указывает, в какой степени одна из них предпочтительнее другой.

Используя метод парных сравнений для оценки физического состояния человека необходимо смоделировать определенный набор состояний клиента U_i по набору показателей ($u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 \dots u_n$) и попарно сравнить их между собой по двум планам сравнения (план А и план В):

План А	Результат	План В	Результат
$U_1 - U_2$	U_{1A}	$U_1 - U_2$	U_{1B}
$U_1 - U_3$	U_{2A}	$U_2 - U_3$	U_{2B}
...
$U_1 - U_N$	U_{NA}	$U_{N-1} - U_N$	U_{NB}

Далее необходимо определить значения функции предпочтения в отдельных точках:

$$U_1 - \text{ср.знач.}(U_{1A}, U_{1B})$$

$$U_2 - \text{ср.знач.}(U_{2A}, U_{2B})$$

...

$$U_N - \text{ср.знач.}(U_{1N}, U_{1N})$$

После определения значения функции предпочтения в отдельных точках по результатам косвенных измерений, необходимо решить задачу аппроксимации функции. Необходимо подчеркнуть, что все результаты измерений функции связи, независимо от способа измерений, будут получены в интервальной шкале.

Аппроксимация функции может быть выполнена разными способами. Часто используется параметрический подход, заключающийся в предположении, что функция связи имеет некоторый вид.

Достоинство метода парных сравнений заключается в возможности графического представления иерархии целей (критериев) и в использовании математических и логических заключений с интегрированной проверкой одно-

родности получаемых результатов. Процесс оценки транспарентен, хорошо контролируем и компьютеризируем.

Недостатком этого метода является большее количество этапов, что требует больших затрат времени на обучение и проведение оценки.

УДК 681.7

МЕТОДИКА РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «КАМЕЯ»

Цикман И.М., Беляев Ю.В., Попков А.П.

*Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета
Минск, Республика Беларусь*

По разработанной методике проводится радиометрическая калибровка эталонных источников излучения специализированного метрологического комплекса «Камея» [1] в диапазоне 0,35-2,5 мкм.

Эталонные источники излучения комплекса – монохроматический и два диффузных излучателя ДИ-2 и ДИ-3 комплекса калибруются в единицах спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) с помощью рабочих эталонов, обеспечивающих прослеживаемость при передаче единицы СПЭЯ до Государственных эталонов Российской Федерации.

Исходными (рабочими) эталонами комплекса являются ленточная лампа ТРУ1100-2350 и диффузный излучатель ДИ-1 в виде фотометрической сферы диаметром 150 мм с диаметром входного зрачка 50 мм, освещаемой двумя галогенными лампами.

С помощью ленточной лампы ранее калибровались как монохроматический, так и диффузные источники излучения комплекса. Необходимость иметь в качестве исходного эталона кроме ленточной лампы рабочий эталон в виде компактной переносной сферы определяется несколькими факторами. При калибровке широко апертурных (240 мм) диффузных излучателей ДИ-2 и ДИ-3 методом компарирования с использованием ленточной лампы необходимо точное согласование узкого поля зрения лампы вследствие малого излучаемого участка ленты (размеры 0,6×0,8 мм). Уровень СПЭЯ излучения ленточной лампы превышает в несколько тысяч раз уровень СПЭЯ диффузных излучателей комплекса и уровень яркости излучения, регистрируемый средствами дистанционного зондирования от природных объектов. После создания в 2010 году Государственного первичного специального эталона СПЭЯ ГЭТ 179-2010 во ВНИИОФИ г. Москва появилась возможность калибровки с высокой точностью (~2,5±3%) созданной переносной фотометрической сферы малого диаметра ДИ-1 (рабочего эталона комплекса).

1. Орлов А.И. Экспертные оценки. Учебное пособие/ А.И. Орлов.– Москва, 2002.– 31 с.
2. Храмов В.В. Теория и методика оздоровительной физической культуры: X 89 Тексты лекций. – Гродно: ГрГУ, 2000. – 80 с.

Калибровка спектрометров и других средств измерений СПЭЯ с входным зрачком до 50 мм может осуществляться непосредственно по диффузному излучателю ДИ-1 (рис. 1). При этом сокращается до двух количество ступеней передачи единицы СПЭЯ от ГЭТ179-2010 и соответственно повышается точность передачи единиц СПЭЯ.

Рассматриваемый ранее [2] способ передачи единицы СПЭЯ от ГЭТ179-2010 с помощью переносного высокоточного спектрометра ПВС-02 также имеет две ступени, но отличается методом передачи единицы СПЭЯ. Спектрометр ПВС-02 в данном случае является компаратором, с помощью которого величина единицы передается от диффузного излучателя Государственного эталона ГЭТ 179-2010 к диффузному излучателю ДИ-2 (ДИ-3), разделенных территориально. В этом случае перемещению на значительные расстояния (перевозке) подвергается спектральный прибор ПВС-02, что влечет строгое соблюдения правил транспортировки оптических приборов. Транспортировка же сферы малого диаметра – диффузного излучателя ДИ-1 не имеет такой сложности и к тому же калибровка ее является более бюджетной.

По откалиброванным во ВНИИОФИ г. Москва рабочим эталонам (ТРУ1100, ДИ-1) производится калибровка источников излучения комплекса – рабочих эталонов СПЭЯ второго разряда. Калибровка (передача величины единицы СПЭЯ) производится методом компарирования по разработанной методике. Спектральный компаратор выполнен на основе монохроматора МДР-23 с двумя приемниками излучения. Один приемник – на видимую и ближнюю инфракрасную область спектра 0,35-1,0 мкм (ПВД), другой – на область 1,0-2,5 мкм (ПИК).

Оба приемника имеют термоэлектрическое охлаждение (на основе эффекта Пельтье). На многопиксельные (матричные и линейчатые) приемники проецируется монохроматором компаратора излучение от рабочих эталонов комплекса последовательно на различных длинах