

## Кластеризация спектральных характеристик объектов

**Арустамян Арам Иванович**

*аспирант*

*Ставропольский государственный университет, Ставрополь, Россия*

*E-mail: arustam@inbox.ru*

Проблема контроля заданных параметров и характеристик технологических процессов и объектов в условиях воздействия дополнительных сигналов может быть решена способом, основанным на их кластеризации. Такой подход предполагает выделение контролируемых величин, которые, с одной стороны, максимально близки к характеристикам класса идентифицируемых объектов и процессов, с другой стороны, максимально далеки от характеристик других классов аналогичной природы.

Названная проблема характерна, например, для датчиков инфракрасного, видимого и ультрафиолетового спектров излучений, широко используемых в системах дистанционной идентификации объектов. Наиболее часто критерием кластеризации служит среднеквадратичное отклонение характеристик, в рассматриваемом случае – их энергии излучения в диапазоне чувствительности, пороговое значение которой и служит границей кластеров. Однако, для характеристик сложной формы с большим числом экстремумов такой критерий неэффективен. Более того, экстремум в одной области для характеристики, например, одного кластера, может быть скомпенсирован экстремумом в другой области иного кластера.

Предлагается для кластеризации характеристик излучения  $i$ -го объекта использовать квадратичную форму отклонений составляющих ряда Фурье. Для этого интервал излучения  $\lambda_{min} \dots \lambda_{max}$  регистрируемого объекта  $i$  представляется функцией  $f_i(x)$  в виде ряда Фурье [1]:

$$f_i(x) = A_{oi} + A'_{1i} \sin x + A''_{1i} \cos x + A'_{2i} \sin 2x + A''_{2i} \cos 2x + \dots + A'_{ki} \sin kx + A''_{ki} \cos kx + \dots \quad (1)$$

где  $A_{oi}$  - постоянная составляющая,

$A'_{ki}$ ,  $A''_{ki}$  – амплитуды синусоидальной и косинусоидальной  $k$ -й составляющих ряда,

величина  $x$  выражается через длину волны

$$x = \omega \cdot \lambda = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\lambda - \lambda_{min}}{\lambda_{max} - \lambda_{min}}, \quad (2)$$

где  $\lambda_{max} - \lambda_{min}$  - регистрируемый интервал спектра излучения.

Спектральную характеристику объекта, принадлежащего другому объекту  $j$ , также можно представить рядом Фурье  $f_j(x)$ . Ограничим конечным числом членов рядов  $f_i(x)$  и  $f_j(x)$ . В этом случае возникают погрешности  $\varepsilon_i$  и  $\varepsilon_j$ , которые определяет, с одной стороны, требуемое число членов рядов, а с другой стороны, минимальную границу кластеризации.

Предлагаемый метод кластеризации объектов по спектральным характеристикам излучения  $f_i(x)$   $f_j(x)$ , например, принадлежащим к одному кластеру, основан на регистрации выполнения условия:

$$\sum_i^N (f_{ik}(\mathbf{x}) - f_{jk}(\mathbf{x}))^2 \leq \varepsilon_i + \varepsilon_j. \quad (3)$$

При разложении характеристик в ряд Фурье получено условие выполнимости (3):

$$A_{oi} = A_{oi}, A'_{1i} = A'_{1j}, A''_{1i} = A''_{1j}, A'_{2i} = A'_{2j}, A''_{2i} = A''_{2j}, \dots, A'_{ki} = A'_{kj}, A''_{ki} = A''_{kj}. \quad (4)$$

Практическое применение предложенного метода кластеризации позволяет существенно ограничить число контролируемых величин по сравнению со спектральным анализом, гарантируя тот же самый результат.

### Литература

1. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1977. - 832 с.