

**Луханина О.В., Гончаров Е.В., Мотылев К.И.,
Хорхордин А.А., Щербов И.Л., Паслен В.В.**

Донецкий национальный технический университет

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ СГЛАЖИВАНИЯ

Для объективного исследования алгоритма адаптивного нелинейного оптимального сглаживания многопараметрических данных измерений очень важно иметь систему показателей качества и эффективности сглаживания. При этом для расчета показателей необходимо знать результаты сглаживания при известной степени (структуре) сглаживающего полинома, осуществляемое МНК или ММП, которое приводит к наилучшим (по точности) результатам сглаживания. Назовем такое сглаживание идеальным сглаживанием. Оно возможно только при моделировании, так как стохастический характер реальных траекторий трудно совместим с их высокой априорной определенностью.

При выборе показателей качества и эффективности необходимо исходить из задач и целей, преследуемых при сглаживании.

Рассмотрим эти показатели:

1. Выигрыш в точности в i -й точке j -й траектории

$$W = \frac{\tilde{\sigma}_{\xi ij}}{\tilde{\sigma}_{\xi ij}}$$

представляет собой отношение среднеквадратической ошибки в i -й точке j -й траектории до и после сглаживания. Он показывает, во сколько раз точность после сглаживания превышает в i -й точке j -й траектории точность до сглаживания.

2. Средний выигрыш в точности по j -й траектории

$$W_{jcp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_{ij},$$

где n - число точек на j -й траектории (на интервале измерения).

3. Средний выигрыш в точности в i -й точке N траекториям

$$W_{i\text{cp}} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N W_{ij},$$

где N - число обрабатываемых траекторий.

4. Средний выигрыш в точности по N траекториям, каждая из которых содержит n точек

$$W_{\text{cp}} = \frac{1}{n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N W_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N W_{j\text{cp}}.$$

5. Показатели эффективности в i -й точке j -й траектории μ_{ij} - отношение приращения точности в i -й точке j -й траектории при сглаживании исследуемым методом к приращению точности при идеальном сглаживании:

$$\mu_{ij} = \frac{\tilde{\sigma}_{\xi_{ij}} - \tilde{\sigma}_{\xi_{ij}}}{\tilde{\sigma}_{\xi_{ij}} - \tilde{\sigma}_{\xi_{ijud}}},$$

где $\tilde{\sigma}_{\xi_{ij}}$ - оценка СКО в i -й точке j -й траектории до сглаживания;

$\tilde{\sigma}_{\xi_{ij}}$ - оценка СКО в i -й точке j -й траектории после сглаживания;

$\tilde{\sigma}_{\xi_{ijud}}$ - оценка СКО в i -й точке j -й траектории после сглаживания методом

наименьших квадратов (МНК) при аппаратно известной степени сглаживающего полинома.

6. Средний показатель эффективности метода по j -й траектории

$$\mu_{j\text{cp}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_{ij},$$

где μ_{ij} - показатель эффективности в i -й точке j -й траектории.

7. Средний показатель эффективности метода в i -й точке N траекториям

$$\mu_{i\text{cp}} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \mu_{ij}.$$

8. Средний показатель эффективности метода по N траекториям, каждая из которых содержит n точек

$$\mu_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N \mu_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \mu_{j\text{ср}}.$$

9. Средний показатель эффективности метода по оценке производных сглаженных значений (скорости, ускорения) в i -й точке j -й траектории μ^s_{ij} можно получить как отношения СКО при идеальном сглаживании к СКО при сглаживании исследуемым методом:

$$\mu^s_{ij} = \frac{\tilde{\sigma}_{\xi_{ijud}}}{\tilde{\sigma}_{\xi_{ij}}},$$

где σ - порядок производной.

10. Средний показатель эффективности метода по оценке производных сглаженных значений по j -й траектории

$$\mu^s_{j\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu^s_{ij}.$$

11. Средний показатель эффективности метода по оценке производных сглаженных значений в i -й точке N траекториям

$$\mu^s_{i\text{ср}} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \mu^s_{ij},$$

где μ^s_{ij} - показатель эффективности метода по оценке производных сглаженных значений в i -й точке j -й траектории.

12. Средний показатель эффективности метода по оценке производных по N траекториям, каждая из которых содержит n точек

$$\mu^s_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^N \mu^s_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \mu^s_{j\text{ср}}.$$

Так как выигрыш в точности по траектории может оказаться по величине меньше единицы, то вводится показатель проигрыша, как величина обратная минимальному выигрышу W_{min} , и определяется оценка вероятности проигрышей в точности в $\eta\%$ результате сглаживания.

Получения показателей качества и эффективности метода сглаживания осуществлялось путем имитационного моделирования на ЭВМ. В процессе моделирования истинные реализации первичных координат суммировались с реа-