34,5; 38,5 при допустимых погрешностях 0,5 ; I0; I,5; 2,0; 2,5 процентах от шкалы изменения сигнала.

Для алгоритмов (7) и (8) при тех же значениях допустимой погрешности составляли величины I4,7 ; I8,5; 20,2; 27,2; 25,I; 30,3; 29,9; 37,8; 37,7; 40,8 соответственно.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Сабило В.П. Способ адаптивной дискретизации сигналов использующий полином второй степени. Изв. ВУЗов СССР. "Приборостроение", I974, т. ХУП, № II.

2. Ларцев Е.Ю., Сабило В.П. Сжатие данных при электрофизических исследованиях. В сб. УI конференция по теории кодирования и передачи информации. Ч.Ш. Доклады , М-Томск, I975.

УДК 62I.39I

В.И.Орищенко, А.Ю.Семеной

ТОЧНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЖАТЫХ ДАННЫХ ПРИ НАЛИЧИИ НЕПРЕРЫВНЫХ ПОМЕХ ИСТОЧНИКА

Влияние помех источника $\xi(t)$, присутствующих в подвергаемом обработке с целью сжатия сигнала $U(t)=U(S,\xi,t)$, проявляется в изменении эффективности сжатия и точности восстановления полезного сигнала $S(t)$. В работе исследуется точность восстановления полезного сигнала по вероятностно-зональному критерию $P\{\mathcal{E}_H^{(i)}(T)\leq\mathcal{E}_0\}$, где $\mathcal{E}_H^{(i)}(T)=\max\limits_n|V^{(i)}(t_n,T)-S(t_n)|, t_n=t_0,t_1,\dots t_N$ - максимальная ошибка восстановления дискретного по времени сигнала $S^{(i)}(t_n)$ интерполирующей функцией $V^{(i)}(t_n,T)$ на i -ом интервале интерполяции $[t_0^{(i)},t_0^{(i)}+T^{(i)}]$; $\mathcal{E}_0$ - допустимая погрешность восстановления сигнала $S(t_n)$ при отсутствии шумов; $T^{(i)}$ - длительность i -го интервала интерполяции; $t_n=T_0 n$; T_0 - период равномерной дискретизации сигнала $S(t_n)$. В качестве локальных (на i -ом интервале интерполяции) моделей сигнала $S^{(i)}(t_n)$ и аддитивной помехи $\xi^{(i)}(t_n)$ примем соответственно локально-постоянный процесс $S^{(i)}(t_n)=S^{(i)}(t_0)=a^{(i)}$, где $a^{(i)}$ - случайная величина, и дискретный стационарный белый шум, выборки которого распределены по закону $W_{1\xi}(x)$. Выбранные модели

$\delta^{(i)}(t_n)$ и $\xi^{(i)}(t_n)$ соответствуют ситуации, когда помеха является существенно более высокочастотной, чем полезный сигнал, причем фиксация интервала интерполяции происходит преимущественно из-за наличия помех, а не за счет изменения $\delta^{(i)}(t_n)$. Будем также считать, что влиянием помех канала можно пренебречь.

Для определения $P\{\mathcal{E}_M^{(i)}(T) \leq \mathcal{E}_0\} = \int_0^{\mathcal{E}_0} W_{1\mathcal{E}}(y)dy$ необходимо знать распределение $W_{1\mathcal{E}}(y)$ величины $\mathcal{E}_M^{(i)}(T)$. Найдем его для ряда алгоритмов сжатия, опуская далее ради простоты записи индекс принадлежности i.

<u>Предсказатель нулевого порядка с плавающей апертурой (ПНП-П)</u>. В случае принятых моделей полезного сигнала и помехи интерполирующая функция и максимальная ошибка восстановления для ПНП-П определяется из соотношений

$$V(t_n,T) = V = u(t_0) = \delta(t_0) + \xi(t_0),$$

$$\mathcal{E}_M(T) = \max_n |V(t_n,T) - \delta(t_n)| = |\delta(t_0) + \xi(t_0) - \delta(t_0)| = |\xi(t_0)|.$$

Тогда, применяя известное правило определения закона распределения функции от случайного аргумента [I], найдем

$$W_{1\mathcal{E}}(y) = W_{1\xi}(y) + W_{1\xi}(-y), \quad y \in (0,\infty).$$

Рассмотрим далее два предсказателя нулевого порядка с фиксированной апертурой. В первом (ПНП-ФI) ширина апертурных зон равна $\mathcal{E}_0$, а восстановление сигнала осуществляется по нижним границам апертурных зон. Во втором (ПНП-Ф2) ширина апертурных зон равна $2\mathcal{E}_0$, а восстановление сигнала осуществляется по серединам апертурных зон.

<u>ПНП-ФI</u>. Интерполирующая функция

$$V(t_n,T) = V = \left[\frac{u(t_0)}{\mathcal{E}_0}\right]\mathcal{E}_0 = \left[\frac{\delta(t_0) + \xi(t_0)}{\mathcal{E}_0}\right]\mathcal{E}_0 = K\mathcal{E}_0,$$

где квадратными скобками обозначена операция выделения целой части числа, заключенного в скобки. Обозначая $\delta(t_0) = \rho\mathcal{E}_0 + \Delta$, где $\Delta \in [0,\mathcal{E}_0)$ и $[(\Delta + \xi(t_0))/\mathcal{E}_0] = Q$, получим для максимальной погрешности восстановления

$$\varepsilon_M(T)=\max_n|V(t_n,T)-S(t_n)|=|[(S(t_o)+\xi(t_o))/\varepsilon_o]\varepsilon_o-S(t_o)|=$$
$$=|[(\varepsilon_o p+\Delta+\xi(t_o))/\varepsilon_o]\varepsilon_o-p\varepsilon_o-\Delta|=|[(\Delta+\xi(t_o))/\varepsilon_o-\Delta|=|q\varepsilon_o-\Delta|.$$

Полагая, что случайная величина Δ равномерно распределена в интервале ($0,\varepsilon_o$) ввиду малости ε_o по сравнению со шкалой сигнала, найдем условную (при фиксированном q) плотность вероятности случайной величины $\sigma=\varepsilon_o q-\Delta$

$$W_{1\sigma}(z/q)=\begin{cases}\varepsilon_o^{-1}, & z\in((q-1)\varepsilon_o,q\varepsilon_o);\\ 0, & z\notin((q-1)\varepsilon_o,q\varepsilon_o);\end{cases}\quad q=\ldots,-1,0,1,\ldots .$$

Тогда условная плотность вероятности $\varepsilon_M(T)=|\sigma|$

$$W_{1\varepsilon}(y/q)=\begin{cases}\varepsilon_o^{-1}, & y\in((q-1)\varepsilon_o,q\varepsilon_o);\\ 0, & y\notin((q-1)\varepsilon_o,q\varepsilon_o);\end{cases}\quad q=1,2,\ldots,$$

$$W_{1\varepsilon}(y/q)=\begin{cases}\varepsilon_o^{-1}, & y\notin(-q\varepsilon_o,-(q-1)\varepsilon_o);\\ 0, & y\notin(-q\varepsilon_o,-(q-1)\varepsilon_o);\end{cases}\quad q=0,-1,-2,\ldots .$$

Плотность вероятности $\varepsilon_M(T)$

$$W_{1\varepsilon}(y)=W_{1\varepsilon}(y/q=-m)P\{q=-m\}+W_{1\varepsilon}(y/q=m+1)P\{q=m+1\}=$$
$$=\varepsilon_o^{-1}(P\{q=-m\}+P\{q=m+1\}),\ y\in(m\varepsilon_o,(m+1)\varepsilon_o),\ m=0,1,\ldots, \quad (\mathrm{I})$$

где

$$P\{q=r\}=P\{\Delta+\xi(t_o)\in(\varepsilon_o r,\varepsilon_o(r+1))\}=\int_{\varepsilon_o r}^{\varepsilon_o(r+1)}W_{1c}(x)dx \quad (2)$$

$W_{1c}(x)$ – плотность распределения $c=\Delta+\xi(t_o)$

По правилу определения закона распределения суммы независимых случайных величин Δ и $\xi(t_o)$ найдем

$$W_{1c}(x)=\int_{-\infty}^{\infty} W_{1\Delta}(y)\,W_{1\xi}(x-y)\,dy=\varepsilon_0^{-1}\int_0^{\varepsilon_0} W_{1c}(x-y)\,dy \qquad (3)$$

Таким образом, искомая плотность вероятности определяется из (I) с учётом (2) и (3).

Аналогично может быть решена задача определения закона распределения $\varepsilon_M(T)$ и для ПНП-Ф2.

Для интерполятора первого порядка со стыкующимися отрезками интерполяции и использующим в качестве существенных выборок отсчеты сигнала $W(t_0)$ (ИШП). Интерполирующая функция

$$V(t_n,T)=U(t_0)+\frac{U(t_0+T)-U(t_0)}{N}h=S(t_0)+\frac{\xi(t_0+T)h+\xi(t_0)(N-h)}{N}$$

и максимальная ошибка восстановления

$$\varepsilon_M(T)=\max_h |V(t_n,T)-S(t_n)|=\begin{cases}|\xi(t_0)|, \text{если } |\xi(t_0)|\geq|\xi(t_0+T)|;\\ |\xi(t_0+T)|, \text{если } |\xi(t_0+T)|\geq|\xi(t_0)|.\end{cases}$$

Из последнего выражения следует, что для определения $W_{1\varepsilon}(y)$ требуется найти распределение максимума совокупности двух независимых случайных величин $|\xi(t_0)|$ и $|\xi(t_0+T)|$. Тогда, используя результаты [2], получим $W_{1\varepsilon}(y)=2W_{1|\xi|}(y)\int_0^y W_{1|\xi|}(x)dx$,

где $W_{1|\xi|}(z)=W_{1\xi}(z)+W_{1\xi}(z),\ z\in(0,\infty)$ – распределение модуля случайной величины $\xi(t_n)$.

На рис. I приведены зависимости вероятности $P\{\varepsilon_M(T)\leq\varepsilon_0\}$ от уровня непрерывных гауссовских помех с нулевым средним и дисперсией σ_ξ^2. Из них видно, что наилучшим при всех уровнях помех по используемому критерию точности восстановления является ПНП-П.

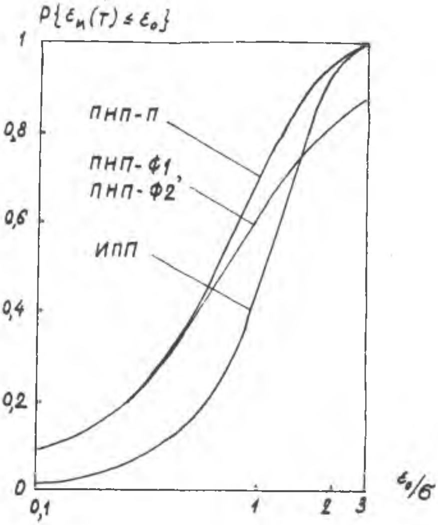

Рис. I.

ЛИТЕРАТУРА

I. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Кн. I, М., "Сов.радио", 1974.

2. Тихонов В.И. Выбросы случайных процессов. М., "Наука", 1970.