

ВЛИЯНИЕ ПРОДЛЕВАЮЩЕГОСЯ МЕРТВОГО ВРЕМЕНИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ СЛУЧАЙНЫХ ПОТОКОВ

Продлевающееся мертвое время характерно для многих систем регистрации потоков случайных событий. В реальных регистраторах мертвое время, как правило, носит случайный характер [1]. Задача учета продлевающегося мертвого времени весьма актуальна. В [2] приведены основные выражения, определяющие интенсивность зарегистрированного

потока в случае простейшего потока на входе при постоянном мертвом времени регистрации. В [3] результаты расширены на случай нестационарных пуассоновских потоков. Влияние случайного мертвого времени регистрации исследовалось лишь в стационарном режиме для простейшего [4] и рекуррентного [1] потоков, причем авторы ограничились экспоненциальным распределением мертвого времени.

В настоящей работе решается задача оценки влияния произвольного мертвого времени на интенсивность нестационарного пуассоновского потока и восстановление исходной интенсивности по зарегистрированной и известной функции распределения мертвого времени $F(t)$.

Предположим, что на вход системы поступает пуассоновский поток

случайных событий интенсивности $\lambda(t)$, заданный на интервале $\Omega = [T_0, T]$. Обозначим $\nu(t)$ интенсивность зарегистрированного потока. Тогда

$$\nu(t) = \lambda(t)P(t), \quad (1)$$

где $P(t)$ — вероятность того, что событие, поступившее на вход системы в момент $t \in [T_0, T]$, будет зарегистрировано. Для данного момента t выделим из исходного потока события, с которых начинаются мертвые времена, перекрывающие момент t . В силу независимости длительности мертвых времен и моментов появления событий, их порождающих, выделенный поток будет также пуассоновским с интенсивностью $\lambda(x)[1 - F(t - x)]$, $x \in [T_0, t]$. Очевидно, вероятность $P(t)$ равна вероятности отсутствия событий выделенного потока на интервале $[T_0, t]$.

$$P(t) = \exp \left\{ - \int_{T_0}^t \lambda(x) [1 - F(t - x)] dx \right\}.$$

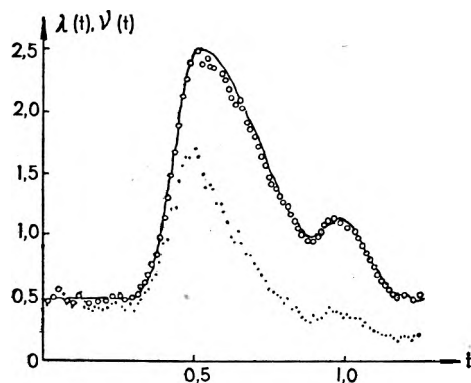
Теперь (1) можно переписать в виде

$$\nu(t) = \lambda(t) \exp \left\{ - \int_{T_0}^t \lambda(x) [1 - F(t - x)] dx \right\}, \quad t \in [T_0, T]. \quad (2)$$

Если мертвое время постоянно и равно τ , то

$$F(x) \begin{cases} 0, & x < \tau \\ 1, & x \geq \tau \end{cases}$$

и интенсивность зарегистрированного потока имеет вид



Восстановление интенсивности нестационарного пуассоновского потока. Сплошной линией обозначена идеальная исходная интенсивность, точками — зарегистрированная интенсивность, кружочками — оценка восстановленной интенсивности

$$\nu(t) = \lambda(t) \exp \left\{ - \int_{\max(T_0, t-\tau)}^t \lambda(x) dx \right\},$$

что совпадает с выражением, полученным в [3].

Выражение (2) позволяет предложить следующую простую процедуру восстановления интенсивности исходного потока. Разобьем интервал Ω на N отрезков точками $t_i = T_0 + i\Delta t$, $T_0 = t_0$, $i = \overline{1, N}$, $\Delta t = (T - T_0)/N$. Обозначим λ_i оценку интенсивности в точке t_i . Тогда

$$\begin{aligned} \lambda_i &= \nu(t_i) \exp \left\{ \sum_{j=0}^{i-1} \lambda_j \int_{t_j}^{t_{j+1}} [1 - F(t_i - x)] dx \right\} = \\ &= \nu(t_i) \exp \left\{ \sum_{j=0}^{i-1} \lambda_j \left[\Delta t - \int_{(i-j-1)\Delta t}^{(i-j)\Delta t} F(y) dy \right] \right\}, \quad \lambda_0 = \nu(t_0), \quad i = \overline{1, N}. \end{aligned}$$

Для иллюстрации полученного вывода на рисунке представлен результат проведенного на э. в. м. имитационного эксперимента по регистрации и последующего восстановления исходного потока вида

$$\lambda(t) = A_1 \exp \left\{ - \frac{(t - B_1)^2}{C_1^2} \right\} + A_2 \exp \left\{ - \frac{(t - B_2)^2}{C_2^2} \right\} + D. \quad (3)$$

Конкретные значения параметров в выражении (3) следующие: $A_1 = 2$; $B_1 = 0,5$; $C_1 = \begin{cases} 0,1 & \text{при } t < B_1 \\ 0,3 & \text{при } t \geq B_1 \end{cases}$; $A_2 = 0,5$; $B_2 = 1$; $C_2 = 0,1$; $D = 0,5$. Мертвое время имеет равномерный закон распределения на интервале $[0,5; 1]$. Значения всех величин даны в относительных единицах. Число повторений статистического эксперимента n равно $5 \cdot 10^4$.

Оценка среднеквадратического отклонения величины λ_i в нашем случае имеет вид

$$\sigma(\lambda_i) = \lambda_i / \sqrt{\nu_i n \Delta t}. \quad (4)$$

Анализ полученных результатов показал, что восстановленные значения λ_i при данном количестве повторений лежат в пределах допустимого выражением (4) разброса, обусловленного статистическими погрешностями при определении значений ν_i .

Список литературы

1. Курочкин С. С. Многомерные статистические анализаторы.— М., 1968.
2. Маталин Л. А. Электронные методы ядерной физики.— М., 1973.
3. Рехин Е. И., Курашов А. А., Чернов П. С. Измерение интервалов времени в экспериментальной физике.— М., 1967.
4. Delotto I., Manfredi P. F. // Nucl. Instr. and Methods.—1965.—V. 32.—P. 175.

Поступила в редакцию 16.09.85.

УДК 621.315.592

Д. И. БРИНКЕВИЧ, В. В. ПЕТРОВ, В. В. ЧЕРНЫИ

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ ИК ПОГЛОЩЕНИЯ ТЕРМООБРАБОТАННОГО ПРИ 450 °С КРЕМНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ГЕРМАНИЕМ

Присутствие германия подавляет генерацию кислородсодержащих термодоноров (ТД), вводимых в кремний в температурном интервале 400—500 °С [1]. Кроме того, легирование кремния германием изменяет структуру полосы решеточного поглощения в области 600—640 см⁻¹ [2].