



УДК 629.735.083.06

**INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE TIME OF  
CORRELATION OF ACCIDENTAL INTERFERENCE ON THE  
EFFICIENCY OF CONSEQUENTIAL INFORMATION RESERVATION  
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ КОРРЕЛЯЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ПОМЕХ НА  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО  
РЕЗЕРВИРОВАНИЯ**

Al-Ammori A.N. / Аль-Аммори А.Н.

d. t. n., проф./ Doctor of Technical Sciences, Professor

Poleva N.M. / Полева Н.М.

Palchik O.P. / Пальчик О.П.

Tumanova I.V. / Туманова І.В.

Oliinuk V.L. / Олейник В.Л.

National Transport University,

Kyiv, Str. Mykhaila Omelianovycha - Pavlenka 1, 01010

Национальный транспортный университет,

Киев, ул. М. Емельяновича-Павленко, 1, 01010

**Аннотация.** В работе рассматривается способ повышения достоверности пожарной сигнализации на воздушных судах с учетом влияния времени корреляции случайных процессов при введении последовательного информационного резервирования в информационно-управляющих системах сигнализации, как новая информационная технология.

**Ключевые слова:** информационная корреляция, случайные помехи, информационное резервирование, информационная безопасность

Число запросов источников информации (ИИ) на протяжении допустимого времени  $t_{cd}$  старения информации зависит также от допустимой частоты запросов  $f_{cd}$  которая определяется временем корреляции  $\tau_k$  случайных помех в ИИ при измерении того или иного контролируемого параметра. Чем больше время корреляции  $\tau_k$ , тем реже можно осуществлять контрольные запросы источников информации.

Если ИИ запрашивать циклически, через интервал времени, превышающий время корреляции его случайных помех, то данные запросы в ИИ будут практически некоррелированными между собой. Таким образом, число последовательных запросов ИИ по существу ограничивается двумя факторами: допустимым временем старения информации  $t_{cd}$  и временем корреляции случайных помех ИИ  $\tau_k$ .

Время корреляции  $\tau_k$  случайных помех, самоустраняющихся отказов и сбоев определяет минимальной временной интервал последовательного съема данных.

Для оценок времени  $\tau_k$  корреляции используется корреляционная функция  $R_x(\tau)$ , определяемая общим выражением:

$$R_x(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T X(t) \cdot X(t + \tau) dt$$

Величина  $R_x(\tau)$  - всегда действительная четная функция с максимумом в



точке  $\tau=0$ ; она может быть как положительной, так и отрицательной, выражаемой следующими зависимостями:

$$R_x(-\tau) = R_x(\tau)$$

$$R_x(0) \geq |R_x(\tau)|$$

В исследованиях корреляционных функций применяется спектральная плотность  $S(f)$  случайного процесса, описываемая общую частотную структуру корреляционной  $R_x(\tau)$  функции следующей зависимостью:

$$S_x(f) = 4 \int_0^{\infty} R_x(\tau) \cos 2\pi f \tau d\tau$$

Обратная зависимость между корреляционной функцией  $R_x(\tau)$  и спектральной плотностью  $S(f)$  выражается следующим образом:

$$R_x(\tau) = 2 \int_0^{\infty} S_x(f) \cos 2\pi f \tau df$$

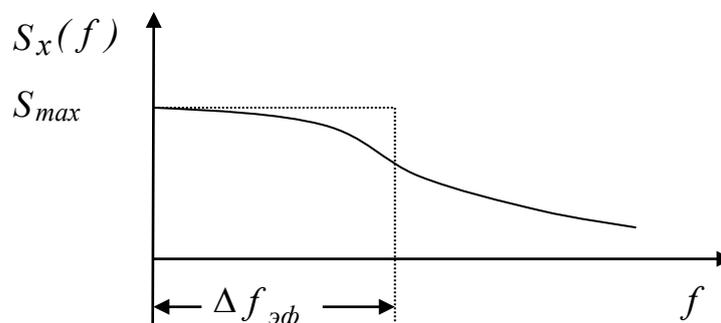
При последовательном информационном резервировании число  $N$  независимых съёмов данных от одного ИИ приближено определяется выражением:  $N \leq \frac{T_{cd}}{\tau_{k0}}$ , где  $T_{cd}$  - допустимое время старения информации;  $\tau_{k0}$  - средний интервал корреляции.

Для реальных каналов передачи данных с целью определения среднего интервала  $\tau_{k0}$  корреляции вводится понятие [1,2,3] эффективной полосы частот сигнала определяемой по спектральной плотности  $S_x(f)$ :

$$S_x \cdot 2\pi \Delta f_{эф} = \frac{1}{S_{xmax}} \int_0^{\infty} S_x(f) df$$

где  $S_{xmax}$  наибольшее значение спектральной плотности сигнала;  $\Delta f_{эф}$  - эффективная полоса частот сигнала.

Графически эффективная полоса частот предоставляет собой основание прямоугольника с высокой  $S_{xmax}$  и плотностью, равной площади, ограниченной кривой спектральной плотности сигнала и осями координат (Рис.1).



**Рис. 1. Определение эффективной полосы частот сигнала по спектральной плотности**

При этом средний интервал  $\tau_{k0}$  корреляции определяется зависимостью:



$$\tau_{k0} = \frac{1}{2\Delta f_{\text{эф}}} \quad (1)$$

Такой метод оценки интервала  $\tau_{k0}$  можно применить и для нестационарных случайных процессов. Для таких процессов вводится понятие текущего среднего интервала  $\tau_{k0}(t)$  по формуле:

$$\tau_{k0}(t) = \frac{1}{2\Delta f_{\text{эф}}(t)} \quad (2)$$

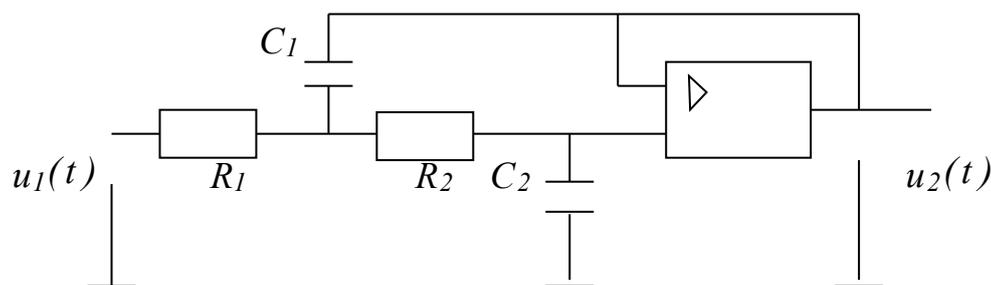
где  $\Delta f_{\text{эф}}(t)$  - эффективная полоса частот мгновенной спектральной плотности.

Некоррелированные последовательные съемки данных при нестационарных случайных помехах располагается неравномерно на оси времени.

Применяется [1,2,3] также понятие квазистационарного процесса, в котором среднее значение, взятое по множеству реализаций, спектральная плотность и корреляционная функция совпадают с соответствующими характеристиками нестационарных сигналов. У квазистационарных сигналов средний интервал  $\tau_{k0}$  корреляции независит от времени.

Таким образом, для определения реального среднего интервала  $\tau_{k0}$  можно произвести измерение корреляционной функции  $R_x(\tau)$  или ее спектральной плотности  $S_x(f)$  известными методами и оценить таким образом по формулам (1,2) реальный средний интервал  $\tau_{k0}$  корреляции.

С целью снижения влияния помех в тракте измерения полезного сигнала, вызываемых *переходными процессами* переключения мультиплексорных каналов связи, высокочастотными наводками по цепям электропитания можно применить низкочастотные активные фильтры, например, на рис.2. приведена принципиальная схема низкочастотного фильтра [2,3].

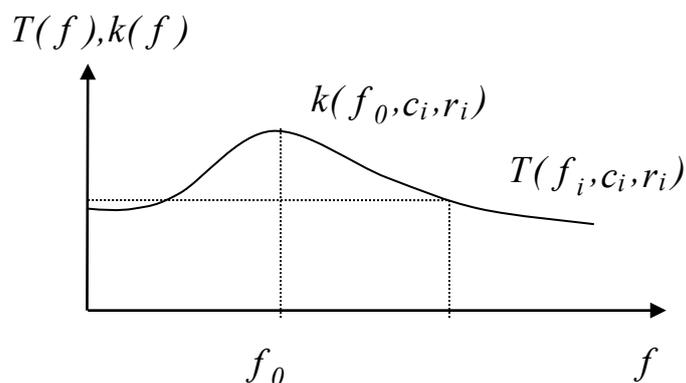


**Рис.2. Принципиальная схема низкочастотного активного фильтра**

Частотная характеристика фильтра (рис.3) определяется зависимостью:

$$k(f) = \frac{1}{\sqrt{(1-4\pi^2 f^2 c_1 c_2 r_1 r_2)^2 + 4\pi^2 f^2 c_2^2 (r_1 + r_2)^2}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{c_1 c_2 r_1 r_2}}; k(f_0, c_i, r_i) = \frac{\sqrt{c_1 c_2 r_1 r_2}}{c_2 (r_1 + r_2)}$$



**Рис.4. Частотная характеристика низкочастотного активного фильтра**

Разностная функция  $Z(c_i, r_i)$  на заданной полосе частот  $f$  определяется выражением:

$$Z(c_i, r_i) = \sum_{i=1}^k |T(f_i, c_i, r_i) - k(f_i, c_i, r_i)|$$

Применяя процедуру минимизации разностной функции  $Z(c_i, r_i)$ , можно построить активный фильтр (рис.3) на требуемую полосу пропускания, вычислив таким способом требуемые значения параметров схемы  $c_i, r_i$ .

Синтезованный таким способом активный фильтр (рис.4) целесообразно ставить в тракте измерения на входе аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). Такая схема должна существенно снижать вероятность ложной тревоги, вызываемой помехами в канале связи.

#### **Выводы:**

1. Применение микропроцессора в системах сигнализации позволяет в режиме реального времени многократно измерять время корреляции случайных процессов, и достоверно определять появления контролируемого события.
2. При последовательном информационном резервировании к средствам сигнализации предъявляются повышенные требования к технической надежности и простоте конструкции.
3. Быстрая алгоритмическая оценка данных измерения на микропроцессоре позволяет снизить требования ко времени старения информации.

#### **Литература**

1. Аль-Аммори Али. Методика обеспечения эффективности информационно-управляющих систем сигнализации опасных полетных ситуаций // Искусственный интеллект № 2, 2007. с. 75-86.
2. Дж. Бендат, А. Пирсол. Измерение и анализ случайных процессов: Пер. С англ.- М.: Мир, 1974.- 460 с.
3. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И. Теоретические основы информационной техники. М.: "Энергия", 1971, 410 с.
4. Абезгаус Т.Т., Тронь А.П. и др. Справочник по вероятностным расчетам. М.: Воениздат, 1989, 656 с.



5. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятности и ее инженерные приложения. - М.: Наука, 1988.- 480 с.

### **References**

1. Al-Ammori Ali. Metodika obespecheniya effektivnosti informatsionno-upravlyayuschih sistem signalizatsii opasnyih poletnyih situatsiy // *Iskusstvennyy intellekt* # 2, 2007. s. 75-86.
2. Dzh. Bendat, A. Pirsol. *Izmerenie i analiz sluchaynykh protsessov: Per. S angl.*- М.: Mir, 1974.- 460 s.
3. Temnikov F.E., Afonin V.A., Dmitriev V.I. *Teoreticheskie osnovy informatsionnoy tekhniki.* М.: "Energiya", 1971, 410 s.
4. Abezgaus T.T., Tron A.P. i dr. *Spravochnik po veroyatnostnyim raschetam.* М.: Voenizdat, 1989, 656 s.
5. Venttsel E.S., Ovcharov L.A. *Teoriya veroyatnosti i ee inzhenernyie prilozheniya.* - М.: Nauka, 1988.- 480 s.

**Abstract.** *The paper considers a way to increase the reliability of fire alarms on aircraft, taking into account the influence of the correlation time of random processes with the introduction of sequential information redundancy in information and control alarm systems, as a new information technology.*

**Keywords:** *information correlation, random interference, information redundancy, information security*