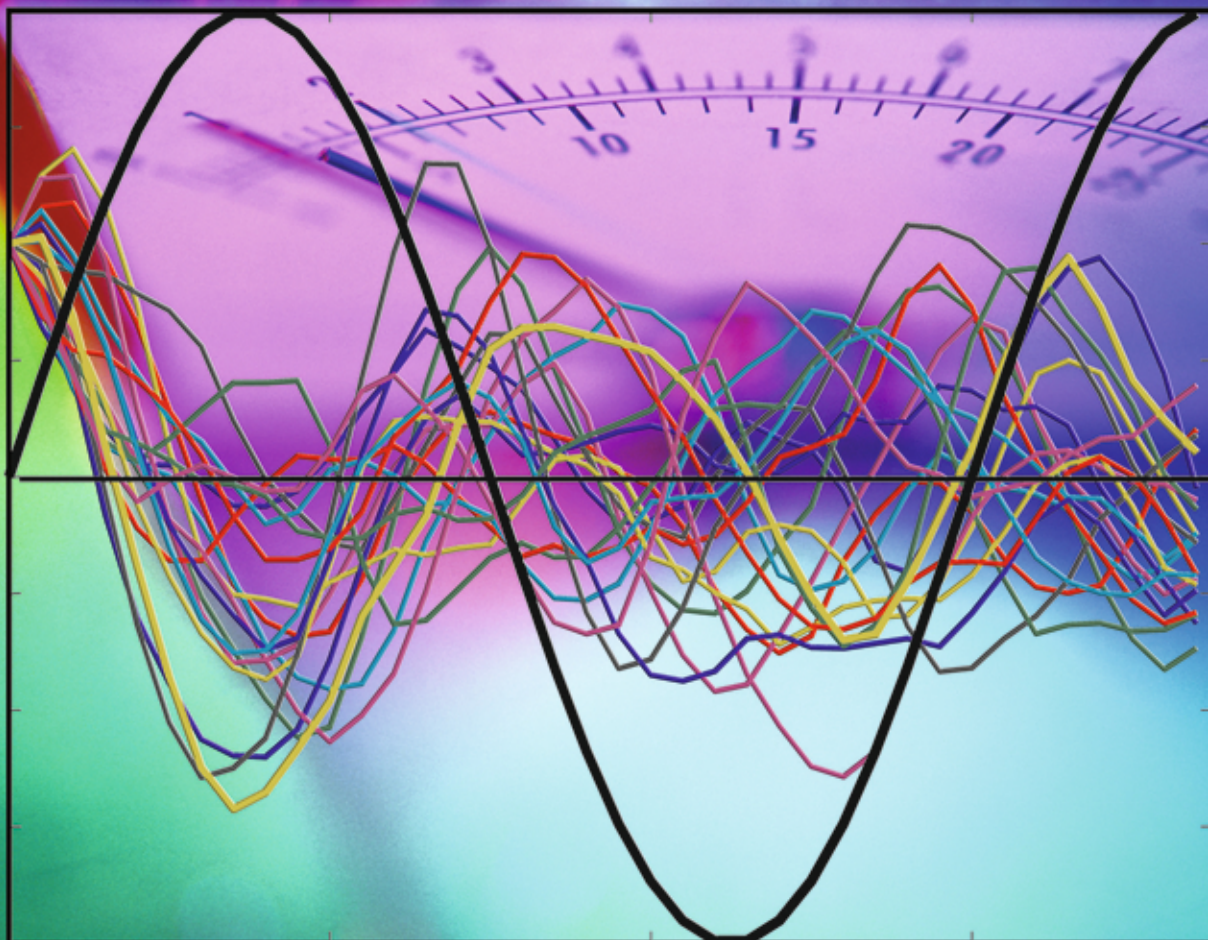


ИНФОРМАЦИОННО- УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



2(27)/2007

2(27)/2007

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ИЗДАНИЕ

Главный редактор

М. Б. Сергеев,
доктор технических наук, профессор

Зам. главного редактора

Г. Ф. Мощенко

Редакционный совет:

Председатель А. А. Оводенко,
доктор технических наук, профессор
В. Н. Васильев,
доктор технических наук, профессор
В. Н. Козлов,
доктор технических наук, профессор
Ю. Ф. Подоплекин,
доктор технических наук, профессор
Д. В. Пузанков,
доктор технических наук, профессор
В. В. Симаков,
доктор технических наук, профессор
А. Л. Фрадков,
доктор технических наук, профессор
Л. И. Чубраева,
доктор технических наук, профессор, чл.-корр. РАН
Р. М. Юсупов,
доктор технических наук, профессор, чл.-корр. РАН

Редакционная коллегия:

В. Г. Анисимов,
доктор технических наук, профессор
Е. А. Крук,
доктор технических наук, профессор
В. Ф. Мелехин,
доктор технических наук, профессор
А. В. Смирнов,
доктор технических наук, профессор
В. И. Хименко,
доктор технических наук, профессор
А. А. Шалыто,
доктор технических наук, профессор
А. П. Шепета,
доктор технических наук, профессор
З. М. Юлдашев,
доктор технических наук, профессор

Редактор: А. Г. Ларионова

Корректор: Т. В. Звертановская

Дизайн: М. Л. Черненко

Компьютерная верстка: Т. М. Каргапольцева

Ответственный секретарь: О. В. Муравцова

Адрес редакции: 190000, Санкт-Петербург,

Б. Морская ул., д. 67

Тел.: (812) 494-70-36

Факс: (812) 494-70-18

E-mail: 80x@mail.ru; ius@aanet.ru

Сайт: www.i-us.ru

Журнал зарегистрирован

в Министерстве РФ по делам печати,

телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12412 от 19 апреля 2002 г.

Журнал распространяется по подписке.

Подписку можно оформить через редакцию, а также

в любом отделении связи по каталогам:

«Пресса России» – № 42476;

«Роспечать» («Газеты и журналы») – № 15385

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

Воробьев С. Н. Пересечение гауссова процесса с неслучайным уровнем 2

Тихонов Э. П. Аналитико-имитационное исследование и оптимизация алгоритмов аналого-цифрового преобразования в условиях воздействия помех (Часть 1) 12

Обухова Н. А. Предварительная классификация изображения в задачах сегментации объектов 22

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Субочев С. Д. Построение оптимальных траекторий в многомерных пространствах на основе физических моделей 29

ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И СРЕДЫ

Рыжиков Ю. И. Расчет систем обслуживания с групповым поступлением заявок 39

Мальцев Г. Н., Цветков М. В. Принятие решения об остаточном ресурсе технической системы с использованием риск-анализа 50

ХРОНИКА И ИНФОРМАЦИЯ

VI Международная конференция «Авиация и космонавтика-2007» 56

XI Международный симпозиум по проблеме избыточности в информационных системах 58

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

60

АННОТАЦИИ

62

ЛР № 010292 от 18.08.98.

Сдано в набор 02.03.07. Подписано в печать 11.04.07. Формат 60×90/8.

Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookC. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,0. Уч.-изд. л. 9,0. Тираж 1000 экз. Заказ 160.

Оригинал-макет изготовлен
в редакционно-издательском центре ГУАП.
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в редакционно-издательском центре ГУАП.
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.

УДК 519.2

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ГАУССОВА ПРОЦЕССА С НЕСЛУЧАЙНЫМ УРОВНЕМ

С. Н. Воробьев,

канд. техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

Функция и плотность распределения времени пересечения гауссовым процессом неслучайного уровня находятся с использованием двумерного нормального распределения. В устройствах измерения времени прихода импульсного сигнала с большой вероятностью пересечение заданного уровня оказывается единственным. Приводятся примеры расчета и моделирования плотности распределения времени первого пересечения.

The distribution function and the density function of the crossing time for a Gaussian process at a nonrandom level is found with the help of two-dimensional normal distribution. In the systems of time measurement the moment of signal arrival with big probability of intersection turns out to be unique. Examples of estimation and simulation modeling of the first crossing time density function are considered.

Введение

Актуальность проблемы пересечения случайным процессом заданного уровня подробно обсуждена в обзоре [1]. Один из ее аспектов, являющийся теоретической базой систем измерения дальности, — нахождение закона распределения времени первого пересечения. На практике широко используется приближенное решение этой задачи — аппроксимация нормальным распределением [2], справедливая при большом отношении сигнал/шум. Решение задачи первого пересечения для марковской модели приведено в статьях [3, 4].

Цель работы — распространение методики расчета плотности распределения времени пересечения уровня марковским процессом [3] на случай произвольных гауссовых процессов. Если скорости флуктуаций шума и изменений значений фронта импульсного сигнала близки, что наблюдается в реальных радиоэлектронных системах, с большой вероятностью пересечение оказывается единственным. Тогда возможен простой и достаточно точный практический расчет плотности распределения времени прихода импульсного сигнала.

Пересечение уровня нестационарным гауссовым процессом

Если случайный процесс $x(t)$ начинается в точке x_0 ($x(t=0) = x_0$) и известна условная плотность распределения $f(x, t | x_0)$ его значения в момент времени $t > 0$, вероятность пересечения неслучайного уровня $u(t)$ на интервале $(0, t)$ сверху вниз и снизу вверх равна

$$p\{t_0 \leq t | x_0\} = P(t_0 | x_0) = \begin{cases} \int_{-\infty}^{u(t)} f(x, t | x_0) dx, & x_0 > u_0, \\ \int_{u(t)}^{\infty} f(x, t | x_0) dx, & x_0 < u_0. \end{cases} \quad (1)$$

Монотонно возрастающая вероятность (1) есть условная функция распределения. Однако в общем случае на интервале $(0, t)$ уровень может пересекаться неоднократно, поэтому необходим конкретный анализ вероятности $P(t_0 | x_0)$.

В радиоэлектронике широко используется модель стационарного гауссова шума $n(t) \in N(0, R(\tau))$, $R(\tau)$ — функция корреляции (далее положено $\sigma^2 = 1$). Если начальное значение шума равно $n_0 = x_0$, то процесс $x(t) = n(t | x_0) \in N(m(t), \sigma(t))$, $m(t) = x_0 R(t)$, $\sigma^2(t) = 1 - R^2(t)$. Условная вероятность (1) в этом случае равна

$$P(t_0 | x_0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times$$

$$\times \int_{-\infty}^{u(t_0)} \exp\left\{-\frac{(x - m(t_0))^2}{2\sigma(t_0)}\right\} dx = \Phi\left(\frac{u(t_0) - m(t_0)}{\sigma(t_0)}\right), \quad (2)$$

где $\Phi(v)$ — интеграл вероятности. Условная плотность вероятности (2)