

М358459

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

СОРДИЯ ХОЗЕ РАЖДЕНОВИЧ

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО МЕТОДА
РАЗЛОЖЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧЕ
ОПЕРАТИВНОГО АППАРАТУРНОГО КОРРЕЛЯЦИОННОГО
АНАЛИЗА

(Специальность 05.13.01 - Техническая кибернетика
и теория информации)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1980

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте автоматизированных систем метрологии.

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор
БИРЖОВ В.Ф.

Официальные оппоненты: д.т.н., проф. ПОПОВ В.И.
к.т.н., с.н.с. ФУРАЕВ А.Б.

Ведущая организация - НПО "Элва", г.Тбилиси.

Защита диссертации состоится "21" апреля 1980г.
в " " на заседании специализированного совета К 053.15.12
МВТУ им.Н.Э.Баумана по адресу: 107005, Москва, Б-5, 2-я Бау-
манская ул., д.5.

Справки по телефону 267-03-23

Отзывы в _____ чатью,
просьба выслать _____
С диссер _____
им.Н.Э.Баумана _____
Автореферат _____

УЧЕНЫ
специализир
К.Т.И

14358459

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ ИМЕНИ Н.Э.БАУМАНА

На правах рукописи

СОРДИЯ ХОЗЕ РАЖДЕНОВИЧ

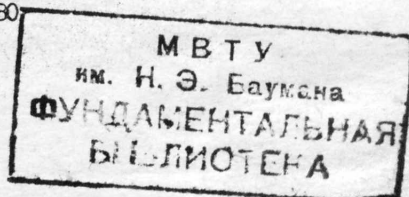
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АДАПТИВНОГО МЕТОДА
РАЗЛОЖЕНИЯ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗАДАЧЕ
ОПЕРАТИВНОГО АППАРАТУРНОГО КОРРЕЛЯЦИОННОГО
АНАЛИЗА

Специальность 05.13.01 - Техническая кибернетика
и теория информации)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1980



M 208423

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана



1358459

Сордия Х.Р. Разработка и ис

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В последние десятилетия статистические методы обработки информации и, в частности, методы аппаратного корреляционного анализа глубоко внедрились в различных областях науки и техники. Развитию этих методов во многом способствовало появление фундаментальных монографий Солодовникове В.В., Пугачева В.С., Тихонова В.И. и других советских и зарубежных авторов. Дальнейшее распространение корреляционных методов и их эффективное использование во многом зависит от существующих аппаратных средств.

В серийно выпускаемых коррелометрах (у нас и за рубежом) широко распространен метод непосредственного вычисления оценки корреляционной функции (КФ). Характерной особенностью этого метода является то, что он требует предварительного центрирования сигнала, что связано с его искажениями, с потерями времени и с использованием дополнительных аппаратных средств. Указанные приборы даже в случае одномерной задачи имеют узкие динамические поддиапазоны по амплитуде и частоте, а также для их настройки перед измерением требуется значительная априорная информация, вмешательство человека-оператора и существенные затраты времени. Поэтому существующие серийные коррелометры часто пригодны как лабораторные приборы и весьма ограничены возможности их применения в автоматических системах управления. Следует отметить также, что известные алгоритмы вычисления оценок КФ для многих задач практически нереализуемы на программируемых микро- и мини-ЭВМ.

В силу вышесказанного, разработка и исследование таких методов анализа случайных процессов (СП), которые позволят создать корреляционные устройства широкого назначения, является актуальной задачей.

Цель работы. Целью диссертационной работы является разработка и исследование таких методов обработки СП, которые позволят создать широкодиапазонные корреляционные устройства, функционирующие в реальном масштабе времени без подстройки перед измерением.

Математический аппарат. Теоретические исследования в диссертационной работе проведены на базе математического аппара-

та теории случайных функций и статистической радиотехники.

Научная новизна. В настоящей работе разработан новый адаптивный метод разложения СП на сумму элементарных составляющих. Данный метод, по сравнению с наиболее распространенным методом непосредственного вычисления, позволяет создать структурно-упрощенные алгоритмы адаптивной оценки КФ.

Практическая ценность. Результаты работы дают возможность создания адаптивных алгоритмов и устройств, предназначенных для корреляционного анализа СП в реальном масштабе времени (в задачах управления подвижными объектами, идентификации динамических объектов, обнаружения сигналов и т.д.). При этом, по сравнению с ранее известными, ввиду незначительного количества необходимых каналов, появляется возможность их аппаратурной реализации на программируемых микро- и мини-ЭВМ.

Реализация результатов работы. Материалы диссертационной работы были использованы и используются при выполнении во ВНИИМ им. Д.И.Менделеева (г.Ленинград) и ВНИИАСМ (г.Тбилиси) ряда тем. По ним изготовлены приборы МО22-12 и МО22-13, предназначенные для адаптивной оценки параметров КФ. Указанные приборы прошли межведомственные испытания и используются для океанологических исследований.

Апробация работы. Основные положения работы были доложены и обсуждены на: - республиканских (1973-74гг. г.Тбилиси) конференциях по применению методов кибернетики и средств автоматизации в метрологии.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 10 научных трудов. Из них [6] - журнальная статья, [4,5,9] - материалы конференции, [1,2,3,7,8,10] - описания к авторским свидетельствам в периодических изданиях. Список трудов в конце автореферата.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, приложения и библиографии 68 наименований. Работа изложена на 116 стр. машинописного текста и содержит 30 рисунков.

Содержание работы.

Во введении рассматривается актуальность вопроса разра-

ботки широкодиапазонных коррелометров, функционирующих в реальном масштабе времени без непосредственного участия человека-оператора при их эксплуатации.

В первой главе описывается класс исследуемых случайных процессов и анализируется современное состояние методов и техники корреляционного анализа СП. Из анализа видно, что существующие отечественные и зарубежные коррелометры, функционирующие в реальном масштабе времени, реализованы чаще всего по методу непосредственного вычисления. Этот метод требует предварительного центрирования сигнала и коррелометры, построенные на его основе имеют узкие динамические поддиапазоны по амплитуде и частоте. Поэтому для их настройки перед измерением требуется значительная априорная информация, вмешательство человека-оператора и существенные затраты времени. При этом использование метода непосредственного вычисления предполагает наличия блока памяти (для задержки сигнала) и необходимость одновременного выполнения во всех каналах (их может быть тысячи) довольно сложных операций коммутации, умножения и накопления. Эти факторы не дают возможность реализовать указанный метод на программируемых микропроцессорах.

Несмотря на отмеченные недостатки, метод непосредственного вычисления является наиболее точным среди других методов. Поэтому в соответствии с " ГОСТ 8.251-77. Анализаторы статистических характеристик " метод непосредственного вычисления рекомендован как образцовый. Именно этот фактор послужил видимо, основной причиной того, что данному методу исследователи уделили особое внимание. Еще в конце 50-х годов учениками Солодовникова В.В. на основе метода непосредственного вычисления были созданы многоканальные коррелометры (аналоговые, цифровые), которые отличались в основном конструктивным и функциональным исполнением. В последующие годы на основе тех же алгоритмов, воспользовавшись более современной элементной базой, как у нас, так и за рубежом было создано целое поколение серийных корреляторов. За последние десять лет появились различные алгоритмы, которые ставят целью максимально упростить функциональную схему коррелометра и количество применяемых интегральных микросхем в пределах того же метода. К ним можно отнести работы сотрудников ВНИИМ им. Д.И.

Менделеева, Мирского Г.Я., Алиева Т.А., автора диссертации [1,2] и многих других.

Наряду с методом непосредственного вычисления существуют параметрические методы оценки КФ. Достоинством последних является простота аппаратной реализации, однако они пригодны для анализа сравнительно узкого класса СП. Более того, учитывая, что реальные сигналы могут быть нецентрированы и скрываться в более высокочастотном шуме, то их непосредственное использование весьма затруднительно.

Во второй главе показано, что из СП $\xi(t)$, представляющего собой аддитивную смесь

$$\xi(t) = \xi^{\circ}(t) + \xi_m(t), \quad (1)$$

можно получить представление

$$\xi(t) = \sum_{\nu=1}^m \Delta \xi_{\nu}(t) + \xi_m(t), \quad (2)$$

где m - конечное число при условии, что: мощность сигнала сосредоточена в основном в диапазоне частот $(\omega_H + \omega_L)$;

$\xi^{\circ}(t)$ - стационарный эргодический дифференцируемый центрированный СП;

$\xi_m(t)$ в общем случае переменное математическое ожидание при $\omega_{\xi_m} < 0.5\omega_H$;

ω_{ξ_m} - максимальная частота в спектре математического ожидания;

$\{\Delta \xi(t)\}$ - слабокоррелированные центрированные узкополосные процессы, между средними частотами ω_{ν} которых существует соотношение

$$\omega_{\nu} \geq 2\omega_{\nu+1}. \quad (3)$$

В результате разложения представляется возможным КФ процесса

$$\xi^{\circ}(t) = \sum_{\nu=1}^m \Delta \xi_{\nu}(t) \quad (4)$$

аппроксимировать в виде

$$R(\tau) = \sum_{\nu=1}^m D_{\nu} \cdot e^{-\alpha_{\nu} \tau^2} \cdot \cos \omega_{\nu} \tau, \quad (5)$$

где D_{ν} , α_{ν} , ω_{ν} - параметры КФ узкополосных процессов

Для теоретического обоснования предлагаемого метода оценивания КФ используется определение 1, вводится определение 2 и доказываются две теоремы.

Определение 1. СП $\Delta \xi^0(t)$ называется узкополосным, если для каждой его реализации $\varphi(t)$, $t \in [t_n, t_k]$ отношение среднего числа нулей $N_{н\varphi}$ к среднему числу экстремумов $N_{э\varphi}$ близко к единице, т.е.

$$\varepsilon = \frac{N_{н\varphi}}{N_{э\varphi}} \approx 1. \quad (6)$$

Определение 2. Функция (реализация СП) $\xi(t)$ называется сглаживающей для некоторой реализации $\varphi(t)$ случайного процесса $\xi(t)$, если разностная функция

$$\psi(t) = \varphi(t) - f(t) \quad (7)$$

будет удовлетворять условию (6).

Теорема 1. Если дифференцируемый СП $\xi(t)$ имеет вид (1), то для него существует СП $\xi_1(t)$ такой, что

$$\Delta \xi^0 = \xi(t) - \xi_1(t) \quad (8)$$

будет узкополосным СП.

Для доказательства теоремы 1 доказываем лемму 1.

Лемма 1. Если $\varphi(t)$ реализация СП $\xi(t)$ является непрерывно дифференцируемой функцией, то существует сглаживающая функция $f(t)$, т.е. для функции $\varphi(t)$ задаваемой определением 2 (7), будет выполнено условие узкополосности (6).

Для построения функции $f(t)$ вычисляются ее значения (см. рис.1) в дискретной последовательности точек

$$f(t_j) = [\varphi(t_j) + \varphi(t'_j)]/2, \quad (9)$$

где t_j, t'_j - абсциссы максимумов и минимумов $\varphi(t)$, а для остальных $t \in (t_j, t_{j+1})$ функция $f(t)$ получается путем продолжения дискретных значений так, чтобы обеспечивалась ее принадлежность ко всем классам А, В, С, Д, т.е. $D \subset C \subset B \subset A$. При этом:

- А - класс непрерывно-дифференцируемых функций;
- В - класс функции А, монотонных на интервале $(t_j \div t_{j+1})$;
- С - класс функции В, пересекающих участки $\varphi(t)$ в интервалах $(t_j \div t'_j)$ только один раз;
- Д - класс функции С, значения которых $f(t'_j)$ выбираются из

условия

$$(E) = \int_{t_i}^{t_N} (\varphi(t) - f(t)) dt = 0, \quad (I0)$$

где t_i и t_N - первая и последняя точки функции $f(t)$.

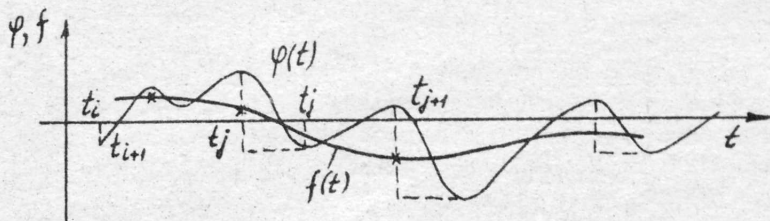


рис. 1.

Из рис. I очевидно, что для классов A, B, C, существует соотношение $0 < B < A$.

Принадлежность класса D к C, а следовательно

$$D \subset C \subset B \subset A \quad (II)$$

легко показать, если для определенности допустить $(E) > 0$. При этом для тех значений $\varphi(t_j')$, которые меньше $\varphi(t_j)$, в классе C можно добиться, чтобы $\varphi(t_j) = |\varphi(t_j')|$, и тем самым окажется, что мера $(E) < 0$. Из сказанного следует, что можно выбрать такую последовательность $\varphi(t_j')$, чтобы выполнялись (I0) и (II).

В работе показано также, что среднее число появлений экстремумов N_{φ} и нулей $N_{n\varphi}$ реализации разностной функции равно количеству экстремумов N_{φ} реализации исходного процесса, т.е.

$$N_{\varphi} = N_{n\varphi} = N_{\varphi} . \quad (I2)$$

Из построения кривой $f(t)$ следует, что среднее число экстремумов N_{φ} функции $f(t)$ хотя бы в два раза меньше среднего числа экстремумов N_{φ} исходной функции $\varphi(t)$, т.е.

$$N_{\varphi} \leq 0,5 N_{\varphi} . \quad (I3)$$

Совокупность реализаций $f(t)$ будет образовывать узкополосный СП $\Delta \xi(t)$, с учетом дифференцируемости которого можно заключить, что его КФ представляется в виде

$$R_{\Delta \xi}(\tau) = D_1 e^{-\sigma_1 \tau^2} \cos \omega_1 \tau. \quad (I4)$$

Теорема 2. Если дифференцируемый СП $\xi(t)$ имеет вид (I), то последовательно, начиная с $\Delta \xi_1(t)$, его можно разложить на конечную сумму слабокоррелированных центрированных узкополосных составляющих $\{\Delta \xi_y(t)\}$ в виде

$$\xi(t) = \Delta \xi_1(t) + \Delta \xi_2(t) + \dots + \Delta \xi_m(t) + \xi_m(t), \quad (I5)$$

где $\xi_m(t)$ - математическое ожидание $\xi(t)$.

При доказательстве теоремы 2 используется выполнимость условий теоремы I к $\xi_1(t)$, т.е. существование СП $\xi_2(t)$ такого, что

$$\Delta \xi_2(t) = \xi_1(t) - \xi_2(t), \quad (I6)$$

где $\Delta \xi_2(t)$ узкополосный процесс.

Продолжив аналогичные рассуждения последовательно, получим

$$\xi_{m-1}(t) = \Delta \xi_m(t) + \xi_m(t). \quad (I7)$$

Сложив правые и левые части соотношений (8, I6, I7), получим (I5).

В работе показано, что если энергетический спектр дифференцируемого СП сосредоточен в полосе $(\omega_H + \omega_B)$ и выполняется соотношение

$$\omega_y \gg 2\omega_{y+1}, \quad (I8)$$

где ω_y - средняя частота спектра для y -го члена разложения (I5), то число m членов разложения можно оценить в виде

$$m \leq \log_2 \frac{\omega_B}{\omega_H}. \quad (I9)$$

В виду того, что составляющие $\Delta \xi(t)$ центрированы, то делается вывод

$$M(\xi(t)) = \xi_m(t). \quad (20)$$

Для составляющих $\Delta \xi_y(t)$ разложения (I5) показана выполнимость нижеприведенного утверждения I.

Утверждение I. Если $\Delta \xi_y(t)$ и $\Delta \xi_{y+1}(t)$ соседние пары разложения (I5) и справедливы (I4) и (I8), то между их корреляционными функциями и взаимно-корреляционными функциями существует соотношение

$$\text{Max} [R_{\Delta \xi_y, \Delta \xi_{y+1}}(\tau) + R_{\Delta \xi_{y+1}, \Delta \xi_y}(\tau)] \leq \sqrt{R_{\Delta \xi_y}(0)} \sqrt{R_{\Delta \xi_{y+1}}(0)}. \quad (21)$$

При доказательстве используется известное неравенство для спектральных плотностей

$$|S_{\Delta \xi_y; \Delta \xi_{y+1}}(\omega)|^2 \leq S_{\Delta \xi_y}(\omega) \cdot S_{\Delta \xi_{y+1}}(\omega). \quad (22)$$

Из утверждения [выводится, что КФ случайного процесса вида (1) можно аппроксимировать в виде суммы экспоненциально-косинусоидальных выражений (5).

В главе 3. рассмотрены вопросы разработки алгоритмов и аппаратных средств, в основе которых лежит метод разложения СП на элементарные составляющие. При этом они обладают а д а п т и в н ы м и свойствами (отсутствие необходимости предварительного выбора частоты квантования и времени анализа) и производят о п е р а т и в н у ю обработку информации (отсутствие необходимости запоминания анализируемого массива; получение элементарных составляющих оцениваемой характеристики сразу же по мере поступления для каждого из них достаточного массива данных).

Разработка многоканального коррелятора в соответствии вышеописанным методом разложения на элементарные (узкополосные) составляющие ведется на основе известного представления узкополосного СП

$$\Delta \xi_y(t) = A_y(t) \cos(\omega_y t + \Phi_y(t)), \quad (23)$$

где $A_y(t)$ и $\Phi_y(t)$ — медленноизменяющиеся функции по сравнению с $\cos \omega t$.

Учитывая эргодичность $\Delta \xi_y(t)$ получены формулы для оценки параметров составляющих

$$D_y^* = \frac{\sum_{j=1}^{N_{\text{нц}}} [\psi_y(t_j) - \psi_y(t'_j)]^2 (t'_j - t_j)}{4N}; \quad \alpha_y^* = \frac{\pi^2}{6} (N_{\text{max}} \alpha_y)^2; \quad \omega_y^* = \pi N_{\text{нц}} \psi_y, \quad (24)$$

где $N_{\text{max}} \alpha_y$ — среднее число максимумов последовательности $(\psi_y(t_j) - \psi_y(t'_j))$;

$N_{\text{нц}} \psi_y$ — среднее число нулей реализации;

N — исходный числовой массив;

$\psi_y(t_j), \psi_y(t'_j)$ — максимумы, минимумы.

На рис. 2 показана функциональная схема многоканального коррелометра, в основе которой лежит вышеописанный метод разложения СП на сумму узкополосных составляющих.

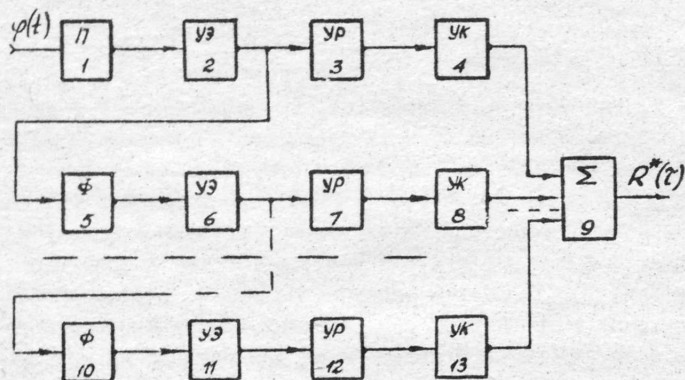


рис. 2

Схема содержит: преобразователь аналог-код (1), устройство определения экстремумов (УЭ), устройство определения размахов (УР), цифровой фильтр (2), осуществляющий элементарную операцию нахождения полусуммы, узкополосный коррелометр (УК), реализующий формулы (24) и сумматор (Σ). Функциональная схема подтверждена авторским свидетельством [4] на изобретение.

Аппаратура, функционирующая на основе вышеописанного метода разложения, имеет адаптивные свойства:

1. Не требуется предварительной оптимальной настройки частоты квантования сигнала. Действительно, как бы она ни была завышена, реализация СП сразу же представляется последовательностью экстремальных точек $\varphi(t_j)$; $\varphi(t'_j)$ и поэтому нет опасности перегрузки устройства излишней информацией.

2. Известно, что время анализа, обеспечивающее достаточную статистическую точность, зависит от спектрального состава исследуемого процесса. Поскольку "произвольный" СП удалось разложить на элементарные составляющие, то для каждой из них возможно выбрать время анализа путем подсчета количества максимумов огибающей, т.е. уже не требуются априорные знания о спектральном составе процесса, либо о форме соответствующей КФ.

В работе показано, что для широкого круга практических задач необходимое количество каналов коррелометра по предложенному методу оценки КФ ограничивается $15+20$, в то время, как при прочих равных условиях, по методу непосредственного вычисления потребовалось бы значительно больше. Следует отметить, что адаптивность, присущая предложенному алгоритму, приводит к упрощению структуры вычислений. Действительно, во-первых, отсутствует необходимость в предварительном центрировании реализации СП, во-вторых, в каждом канале анализа приходится выполнять лишь операцию арифметического сравнения, умножения и усреднения, а скорость обработки текущей информации в каждом последующем канале уменьшается хотя бы вдвое. Поэтому разработанный алгоритм оценки КФ достаточно просто реализуется на программируемых микро- и мини-ЭВМ.

В диссертационной работе приводится алгоритмическая схема указанного устройства применительно к программируемым микро-ЭВМ. Она предназначена для использования в автоматической системе управления случайными вибрациями трехкомпонентного испытательного стенда.

Несмещенность и состоятельность предложенной оценки КФ показана на основе метода линеаризации функции для приближенного определения моментов нелинейных функций случайных аргументов.

Для исследования эффективности оценки КФ используются:

1. Методика вычисления среднеквадратического отклонения результирующей погрешности при косвенных измерениях (т.е. по D_y , α_y , ω_y);

2. Факт нормализации производной огибающей узкополосного СП;

3. Таблицы средне-квадратического значения числа нулей реализации квазигармонического процесса и средне-квадратического значения числа нулей реализации нормальных стационарных процессов от безразмерного времени Θ . Результаты вычисления показывают, что предложенный метод оценки КФ незначительно уступает по эффективности оценкам, полученным по методу непосредственного вычисления (см. таблицу I).

Таблица I.

Безразмерное время (Θ)	100	50	20
Метод непосредственного вычисления	2%	4%	10%
Косвенный метод оценки	2,5%	6%	13%

В диссертационной работе показана возможность оценки взаимной корреляционной функции на основе предложенного метода разложения. Для решения указанной задачи используются известные формулы КФ для суммы двух СП $X(t)$ и $Y(t)$, а также формулы, полученные для суммы одного процесса $X(t)$ и производной другого $Y'(t)$. При этом получается

$$R_{xy}(\tau) = \frac{1}{2} [R_{x,y}(\tau) - R_x(\tau) - R_y(\tau) - \int_{-\infty}^{\tau} (R_{x,y}(\tau) - R_x(\tau) - R_y(\tau)) d\tau], \quad (25)$$

где $R_x(\tau)$, $R_y(\tau)$, $R_{x,y}(\tau)$, $R_{x,y'}(\tau)$ оцениваются аппаратно на основе предложенного метода разложения.

В работе приводится адаптивный алгоритм поиска экстремальных значений реализации СП $\xi(t)$ [9] скрытого в высокочастотном шуме $N(t)$. Алгоритм предназначен для анализа случайного процесса

$$\xi(t) = \xi(t) + N(t) + \xi_m(t), \quad (26)$$

где $\xi_m(t)$ - переменное математическое ожидание;
 $\xi(t)$ - центрированный СП с КФ вида

$$R(t) = D e^{-\alpha t^2}.$$

(27)

Использование алгоритма обеспечивает разложение на составляющие в соответствии с (26). При этом имеется в виду априорная неопределенность частотных полос $\xi(t)$ и $N(t)$.

В работе разработан адаптивный алгоритм автоматического выбора частотной полосы анализа реализации СП вида (26). Соответствующая функциональная схема в качестве одного из узлов содержит устройство определения экстремумов и основана на упрощенном представлении КФ случайного процесса $\xi(t)$. Использование алгоритма исключает необходимость предварительного центрирования сигнала и пригодно как для выбора оптимальной частоты квантования $f_{кб}$ сигнала, так и для выбора времени T_0 его анализа.

В этой же главе рассмотрены разработанные автором алгоритмы функционирования отдельных узлов аппаратуры корреляционного анализа, как, например:

1. алгоритм усреднения результатов измерения, в котором комбинационный принцип деления заменен на ряд последовательных, значительно простых операций деления с промежуточными выборками, при выполнении условия $N_i = 2^{n_i}$, где N_i - натуральное число.

2. алгоритм функционирования выходного устройства многоканального коррелометра на базе электронно-лучевой трубки телевизионного приемника.

В IV главе и приложении к диссертации отражены определенная экспериментальная и практическая работа автора по применению полученных им результатов в опытно-конструкторских разработках ВНИИМ им. Д.И. Менделеева (г. Ленинград) и ВНИИАСМ (г. Тбилиси). Исследования, проведенные на универсальной ЦВМ, показали хорошее соответствие полученных на них результатов с теоретическими выводами. В частности, имеются в виду соотношения (3), (5) и (13).

На рис. 3 приводятся кривые оценок КФ, вычисленных по методу непосредственного вычисления и разработанному методу разложения на узкополосные составляющие, полученные на ЦВМ.

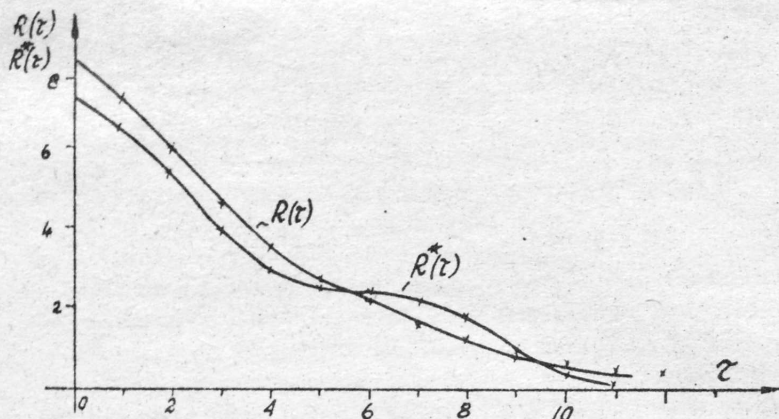


рис.3.

По материалам диссертации изготовлены дисперсиометры размахов и периодов М022-12 и М022-13 соответственно, функционирующие в автоматической системе анализа океанологических сигналов.

Указанные приборы разработаны для адаптивной оценки параметров КФ (27) случайного процесса вида (26).

Известно, что для КФ вида (27) параметры D и α действительно можно оценить с помощью математического ожидания размахов $M[\xi_p]$ и периодов $M[T_i]$ между соседними экстремумами $\xi(t)$. В этих устройствах разложение сигнала на составляющие (26) и отыскание экстремальных значений ξ_p, T_i производится с помощью вышеупомянутого устройства определения экстремумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе разработан адаптивный метод разложения СП на элементарные составляющие, который позволяет получить оценки КФ параметрическим методом в условиях значительной априорной неопределенности сигнала. Основные результаты работы внедрены в опытно-конструкторских разработках институтов метрологии (ВНИИАСМ и ВНИИМ).

Автором получены следующие научные результаты:

I. Разработан и исследован адаптивный метод разложения

дифференцируемых, в общем случае нестационарных по математическому ожиданию СП на элементарные составляющие.

2. Обосновано разложение КФ в виде суммы экспоненциально-косинусоидальных выражений.

3. Разработан адаптивный алгоритм функционирования многоканального цифрового коррелометра.

4. Результаты экспериментальных исследований разработанных алгоритмов оценки КФ находятся в хорошем соответствии с теоретическими выводами.

5. Показано, что разработанный алгоритм оценки КФ достаточно просто реализуется на программируемых микро- и мини-ЭВМ.

Л и т е р а т у р а

1. А.с. 383056 (СССР). Многоканальный коррелометр /Х.Р. Сордия, Э.А.Саякян, Н.Н.Олейникова. - Оpubл. в Б.И. 1973, № 23.

2. А.с. 391564 (СССР). Многоканальный цифровой коррелятор /Х.Р.Сордия. - Оpubл. в Б.И. 1973, № 31.

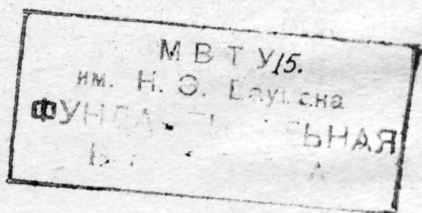
3. Сордия Х.Р., Датишвили Г.В. К вопросу экспресс-оценки характеристик широкополосного случайного процесса. В кн.: Материалы III республиканской научно-технической конференции по метрологии, Тбилиси, 1974, с.289-294.

4. А.с. 452829 (СССР). Многоканальный коррелятор /Х.Р. Сордия. - Оpubл. в Б.И. 1974, № 45.

5. Датишвили Г.В., Сордия Х.Р. Об одном алгоритме аппаратного анализа выбросов случайных процессов. - В кн.: Материалы III республиканской научно-технической конференции по метрологии, Тбилиси, 1974, с.313-318.

6. Датишвили Г.В., Сордия Х.Р. Метод экспресс-оценки нормированной корреляционной функции при незначительной априорной информации. - Метрология, 1973, № 1, с.30-33.

7. А.с. 417792 (СССР). Анализатор выбросов случайных процессов /Г.В.Датишвили, Х.Р.Сордия и др. - Оpubл. в Б.И. 1974, № 8.



8. Датиашвили Г.В. и др. К вопросу визуального дистанционного контроля и измерения основных параметров случайных процессов /Г.В.Датиашвили, А.М.Вепхвадзе, И.Г.Талазадзе, Х.Р.Сordia. - В кн.: Материалы III республиканской научно-технической информации по метрологии, Тбилиси, 1974, с.307-312.

9. А.с. 646353 (СССР). Устройство для определения экстремумов. /М.В.Чхеидзе, Г.В.Датиашвили, Х.Р.Сordia и др. - Оpubл. в Б.И. 1973, № 5.

10. А.с.627469 (СССР). Устройство для отображения графической информации /Г.Г.Гамкрелидзе, Д.В.Датиашвили, З.А.Кордзадзе, Х.Р.Сordia. - Оpubл. в Б.И. 1978, № 37.