

**УДК- 519.711.3**

*Ландин Г. В.*

*студент*

*2 курс, Инженерный факультет*

*ИСТид (филиал) ФГАОУ ВО СКФУ*

*Россия, г. Пятигорск*

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО СИГНАЛА**

***Аннотация:** Статья посвящена исследованием систем с распределенными параметрами. Характерной особенностью таких систем является зависимость отношения функции выхода к входному воздействию не только от времени, но и от пространственных координат. В настоящее время распределенные системы применяются и исследуются во многих технических сферах деятельности. В данной статье рассматривается возможность применения системы с распределенными параметрами для передачи, приема и обработки информационных сигналов.*

***Ключевые слова:** система с распределенными параметрами, передача информации, полезный сигнал, распределенный сигнал, пространственный сканер, пространственный фильтр, секционная антенна.*

*Landin G. V.*

*student*

*2nd year, faculty of Engineering*

*Istid (branch) FEDERAL STATE SKFU*

*Russia, Pyatigorsk*

## GENERAL CHARACTERISTICS OF A DISTRIBUTED SIGNAL PROCESSING SYSTEM

*Abstract:* the Article is devoted to the study of systems with distributed parameters. A characteristic feature of such systems is the dependence of the ratio of the output function to the input effect not only on time, but also on spatial coordinates. Currently, distributed systems are used and studied in many technical fields. This article discusses the possibility of using a system with distributed parameters for transmitting, receiving and processing information signals.

*Keywords:* distributed parameter system, the transmission of information, the useful signal distributed to the signal, a spatial scanner, a spatial filter, a sectional antenna.

В современном мире принцип передачи информации с помощью радиоканалов можно охарактеризовать следующей схемой (Рис. 1.). Для передачи полезного сигнала существуют различные схемы модуляции электромагнитных сигналов (частотная, фазовая, амплитудная и их вариации). Каждый из перечисленных видов модуляции осуществляется во временной области - передаваемый сигнал  $f(\tau)$  и принимаемый сигнал  $U(\tau)$  зависят только от переменной времени. Такая зависимость характерна исключительно для систем с сосредоточенными параметрами. Для разделения полученной информации по каналам используют настройки фильтров на необходимые временные частоты.

Условные обозначения на рисунке 1: ИИ - источник информации; ПС - преобразователь в электрический сигнал; М модулятор; ГН - генератор несущей частоты; ИВЦ - избирательная входная цепь; УВЧ - усилитель высокой частоты; Д - детектор; УНЧ - усилитель низкой частоты; РУ - регистрирующее устройство.

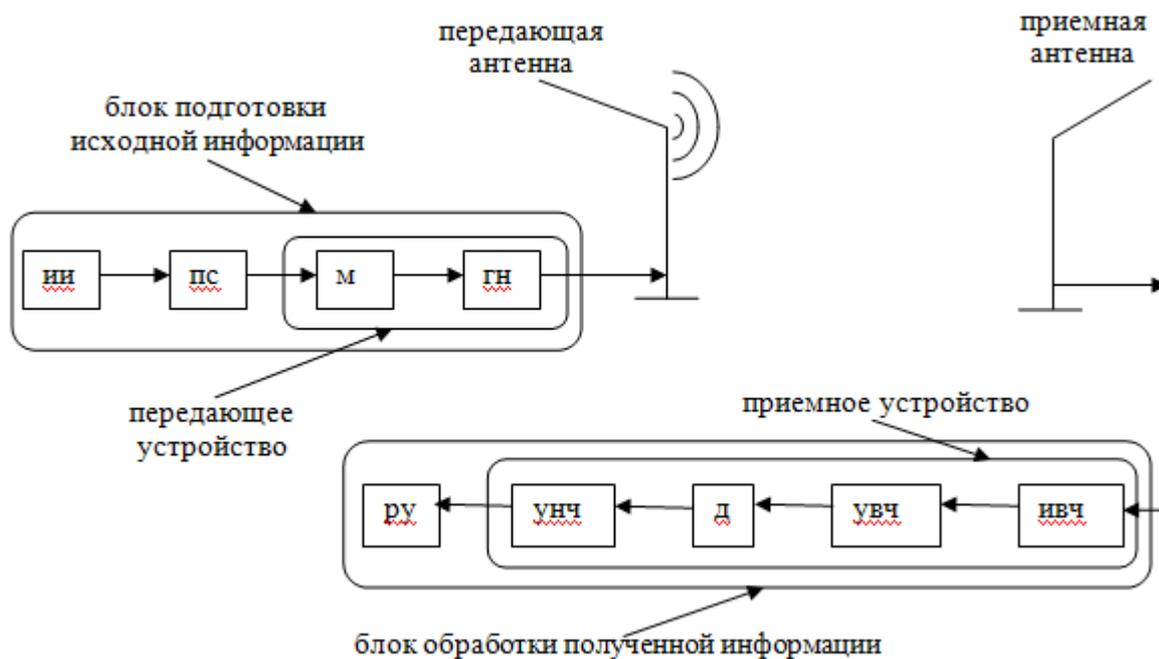


Рис. 1. Схема передачи информации

Выделение каналов в такой системе в основном осуществляется путем использования заданных несущих частот. Колебательный контур, настраиваемый на определенные несущие частоты, выделяет необходимые каналы.

Отличие систем с распределенными параметрами от сосредоточенных систем заключается в зависимости функции выхода не только от переменной времени  $t$ , но и от пространственных координат (мод). Рассмотрим возможность использования распределенной системы для передачи радиосигналов. Пример распространения распределенного сигнала, зависящего от пространственной координаты  $X$ , показан на Рис.2.

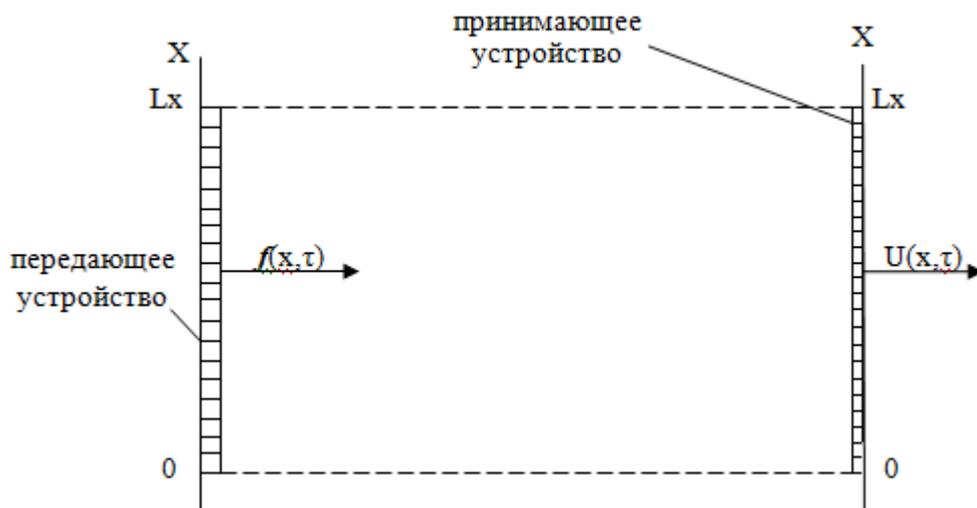


Рис. 2. Распространение распределенного сигнала

Для реализации функции  $f(x, \tau)$  необходимо, чтобы передающее устройство (в данном случае - секционная антенна) состояло из заданного числа локальных передающих антенн ( $n$ ), каждая из которых будет излучать в пространство сигнал  $f_\gamma(x_\gamma, \tau)$ , где  $x_\gamma$  - точки расположения каждой локальной антенны по координате  $X$ ; ( $\gamma = 1, \dots, n$ ). Сигнал  $f(x, \tau)$  в каждый момент времени  $\tau$  реализуется в виде ломаной линии, соединяющей точки  $f_\gamma(x_\gamma, \tau)$ .

Устройство, принимающее распределенный сигнал, также должно состоять из заданного числа ( $m$ ) локальных антенн, каждая из которых принимает сигнал  $U_\eta(x_\eta, \tau)$ , где  $x_\eta$  - точки расположения каждой локальной антенны по координате  $X$  ( $\eta = 1, \dots, m$ ). При этом числа  $n$  и  $m$  могут быть разными.

Для возможности реализации передачи распределенного сигнала рассмотренным выше способом необходимо выбрать пространственные формы (ортogonalную базу), в которые будет упакован полезный сигнал и распакован после его приема на принимающем устройстве.

Упаковку и распаковку полезных сигналов (пространственные модуляцию и демодуляцию) можно показать на следующем примере.

Положим, что требуется передать полезные сигналы  $C_i(\tau)$ , ( $i=1, \dots, N$ ), содержащие информацию на различных каналах. Каждый канал определяется своей несущей частотой. Например, полезный сигнал  $C_i(\tau)$  может быть сформирован в виде:

$$C_i(\tau) = \sum_{\xi=1}^M C_{i,\xi}(\tau) \cdot \sin(\omega_{\xi} \cdot \tau),$$

где  $M$  - заданное число (число каналов),  $\omega_{\xi}$  - несущая частота  $\xi$ -го канала.

В случае сложения этих полезных сигналов  $f(\tau) = \sum_{i=1}^N C_i(\tau)$  и использования схемы передачи, представленной на рис. 1, информация  $C_i(\tau)$  передаваемая по каналам, несущие частоты которых ( $\omega_{\xi}$ ) будут совпадать, наложится друг на друга и будет потеряна. Для решения этой проблемы применяется дополнительная пространственная модуляция полезных сигналов, являющаяся пространственной составляющей в формуле нового способа передачи, приема и обработки информации. В этом случае должна использоваться схема передачи информации, показанная на рис. 2.

Для математической записи процедуры подготовки распределенного сигнала к передаче необходима последовательность, включающая четыре шага.

Шаг 1. Положим, в качестве ортогонального базиса выбраны функции  $\sin(\Psi_i \cdot x)$ , где  $\Psi_i = \frac{n \cdot i}{L_x}$ , - пространственные частоты, а  $L_x$  - заданное число.

Для пространственной модуляции сигнал  $C_i(\tau)$  умножается на соответствующий ортогональный базис (создаются магистрали передачи информации):  $C_i(\tau) \cdot \sin(\Psi_i \cdot x)$ .

Шаг 2. Необходимо произвести суммирование всех магистралей передачи информации:

$$f(x, \tau) = \sum_{i=1}^N C_i \cdot \sin(\Psi_i \cdot x).$$

Шаг 3. Дискретизируем суммарный сигнал по пространственной координате  $X$  (сформируем сигналы для каждой локальной антенны передачи информации):  $f_\gamma(x_\gamma, \tau) = \sum_{i=1}^N C_i(\tau) \cdot \sin(\Psi_i \cdot \Delta x \cdot \gamma)$ , где  $\Delta x$  - шаг дискретизации по пространственной координате  $X$  ( $\Delta x = \frac{L_x}{(n+1)}$ ), при этом  $\gamma = 1, \dots, n$ .

Шаг 4. Процесс передачи сигнала на передающее устройство.

Из описанной выше процедуры следует, что передаваемые сигналы  $C_i(\tau)$ , где  $i=1, \dots, N$ , упакованы в дополнительный ортогональный базис путем пространственной модуляции ( $f(x, \tau) = \sum_{i=1}^N C_i \cdot \sin(\Psi_i \cdot x)$ ).

Очень важно отметить, что по отдельному сигналу, излучаемому каждой локальной антенной  $f_\gamma(x_\gamma, \tau)$ , очень сложно определить передаваемые полезные сигналы  $C_i(\tau)$ , ( $i=1, \dots, N$ ), т. к. полезные сигналы недоступны к прямому извлечению.

Проблему «распаковки» информации (т. е. выделения соответствующих магистралей, несущих информацию о полезном сигнале) можно решить с помощью пространственных фильтров.

Принимаемый сигнал  $U(x, \tau) = \sum_{i=1}^{\infty} \bar{C}_i(\tau) \cdot B_i(x)$  может быть сформирован из таких же пространственных мод, что и передаваемый сигнал  $f(x, \tau)$ . Положим, что  $B_i(x) = \sin(\Psi_i \cdot x)$ , а  $\bar{C}_i(\tau)$ , будут несколько отличаться от  $C_i(\tau)$  - это связано с коэффициентом передачи сигнала в среде.

Пространственный фильтр выделяет заданную магистраль передачи информации, т. е. определяет сигналы  $\bar{C}_i(\tau)$ , которые связаны с  $C_i(\tau)$  соотношением  $\bar{C}_i(\tau) = k_i \cdot K_i \cdot C_i(\tau)$ ,  $k_i$  - коэффициент передачи  $I$  полезного сигнала в среде,  $K_i$  - коэффициент передачи  $i$ -го пространственного

фильтра. Выделение каналов осуществляется известными методами с использованием несущих частот. Чтобы настроить пространственные фильтры, необходимо использовать пространственные сканеры-устройства, которые позволяют определить требуемые параметры указанных фильтров по каждой выбранной магистрали.

Для математической записи процедуры распаковки принятого сигнала необходима последовательность, представленная двумя шагами.

Шаг 1. Принимающее устройство принимает сигнал (принимаемый сигнал-вектор  $U = [U_\eta(x_\eta, \tau)]_m$ ).

Шаг 2. Матрицу  $D_i^{-1} (i=1, \dots, N)$ , которая описывает пространственный фильтр для выделения  $i$ -ой магистрали, необходимо умножить на вектор  $U = [U_\eta(x_\eta, \tau)]_m$ . На выходе блока пространственного фильтра (пространственной демодуляции) получим для рассматриваемого примера  $B_i(x) = \sin(\Psi_i \cdot x)$ , вектор  $\overline{C}_i(\tau) \cdot \sin(\Psi_i \cdot \Delta x \cdot \eta)$ , где  $\eta = (1, \dots, m)$ . Данный вектор описывает дискретный аналог функции  $\overline{C}_i(\tau) \cdot \sin(\Psi_i \cdot x)$ , где  $\overline{C}_i(\tau)$  - принятое значение функции  $C_i(\tau)$ ;  $i = 1, \dots, N$ ,  $m$  - число локальных антенн в принимающем устройстве.

Любую компоненту рассматриваемого вектора  $U = [U_\eta(x_\eta, \tau)]_m$  можно использовать для дальнейшей обработки принятого сигнала. При формировании матрицы  $D_i^{-1}$  необходимо учитывать геометрические параметры принимающего устройства.

#### **Использованные источники:**

1. Першин И.М. Синтез систем с распределенными параметрами. - Пятигорск: Изд-во «РИО КМВ», 2002. - 212 с.
2. Першин И.М. Синтез систем с распределенными параметрами // Мехатроника, автоматизация, управление. 2005. №6.

3. Першин И.М. Распределенная система передачи информации // Мехатроника, автоматизация, управление. 2005. №11.
4. Першин И.М. Распределенная система передачи информации // Управление и информационные технологии. Межвузовский научный сборник. Пятигорск, «РИА-КМВ». 2007. С. 43-57.
5. Першин И.М. Система обработки распределенных сигналов // Труды VIII международной научно-технической конференции по динамике технологических систем. Том 1. Ростов-на-Дону. 2007. С. 196-202.