



Динамические характеристики и точность информационных радио- и оптоэлектронных систем и устройств

Доцент кафедры РЭКУ

Данилаев Дмитрий Петрович



Цель: Изучение основ теории и принципов проектирования, исследования, применения и эксплуатации широкодиапазонных информационных и измерительных систем.

Основные задачи :

- получить развернутое представление о широкодиапазонных информационных и измерительных радиотехнических системах и устройствах;
- изучить теоретические основы проектирования исследования, применения и эксплуатации широкодиапазонных информационных и измерительных систем;
- овладеть современными методами проектирования исследования, применения и эксплуатации широкодиапазонных информационных и измерительных систем.

1. Информационные технологии в радиотехнических системах. Под ред. Федорова И.Б. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана.
2. Г.И.Ильин, Ю.Е.Польский Динамический диапазон и точность радиотехнических и оптоэлектронных измерительных систем. // Итоги науки и техники. Серия радиотехника, т.39. М., 1989г.
3. Волков В.М. Функциональные электронные усилители с широким динамическим диапазоном. – Киев: Техника, 1967.
4. Волков В.М. Логарифмические усилители на транзисторах. – Киев, «Техніка», 1965
5. Котоусов А.С. Теоретические основы радиосистем. Радиосвязь, радиолокация, радионавигация. – М.: Радио и связь, 2002.
6. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения. – М.: Техносфера, 2007.
7. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Петраков В.А., Рыжков А.Е., Сиверс М. А. Передача информации в системах подвижной связи. / СПбГУТ, СПб, 1999.
8. Маковцев А.П. Введение в цифровую радиотелеметрию. – М.: Энергия, 1967.

Информационные системы. Системы передачи информации:

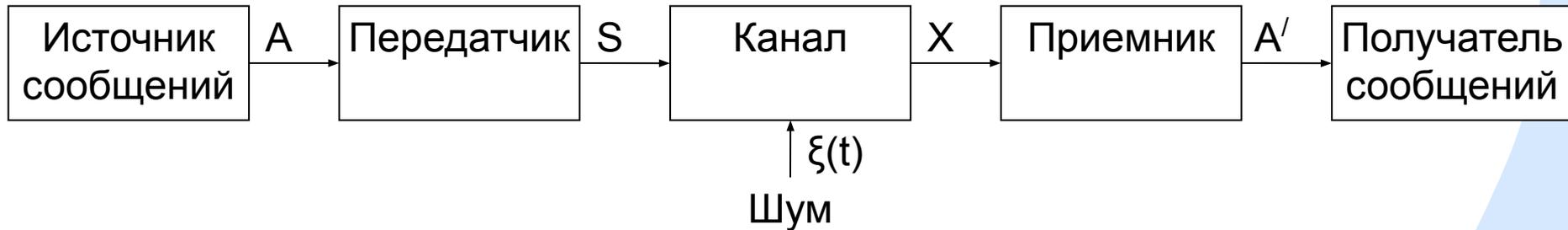
основные понятия и определения

Совокупность средств информационной техники и людей, объединенных для достижения определенных целей или для управления, образуют информационную систему, к которой по мере надобности подключаются абоненты (люди или устройства), поставляющие и использующие информацию.

Информационные системы, действующие без участия человека, называют автоматическими.

Если поставляемая информация для принятия решения выдается на пульт оператора, и при этом оператор принимает решения, то такие системы называются автоматизированными информационными системами. Автоматизированные системы разделяют на информационно-справочные, информационно-советующие, системы управления технологическими процессами и коллективами людей.

Обобщенная модель систем передачи информации

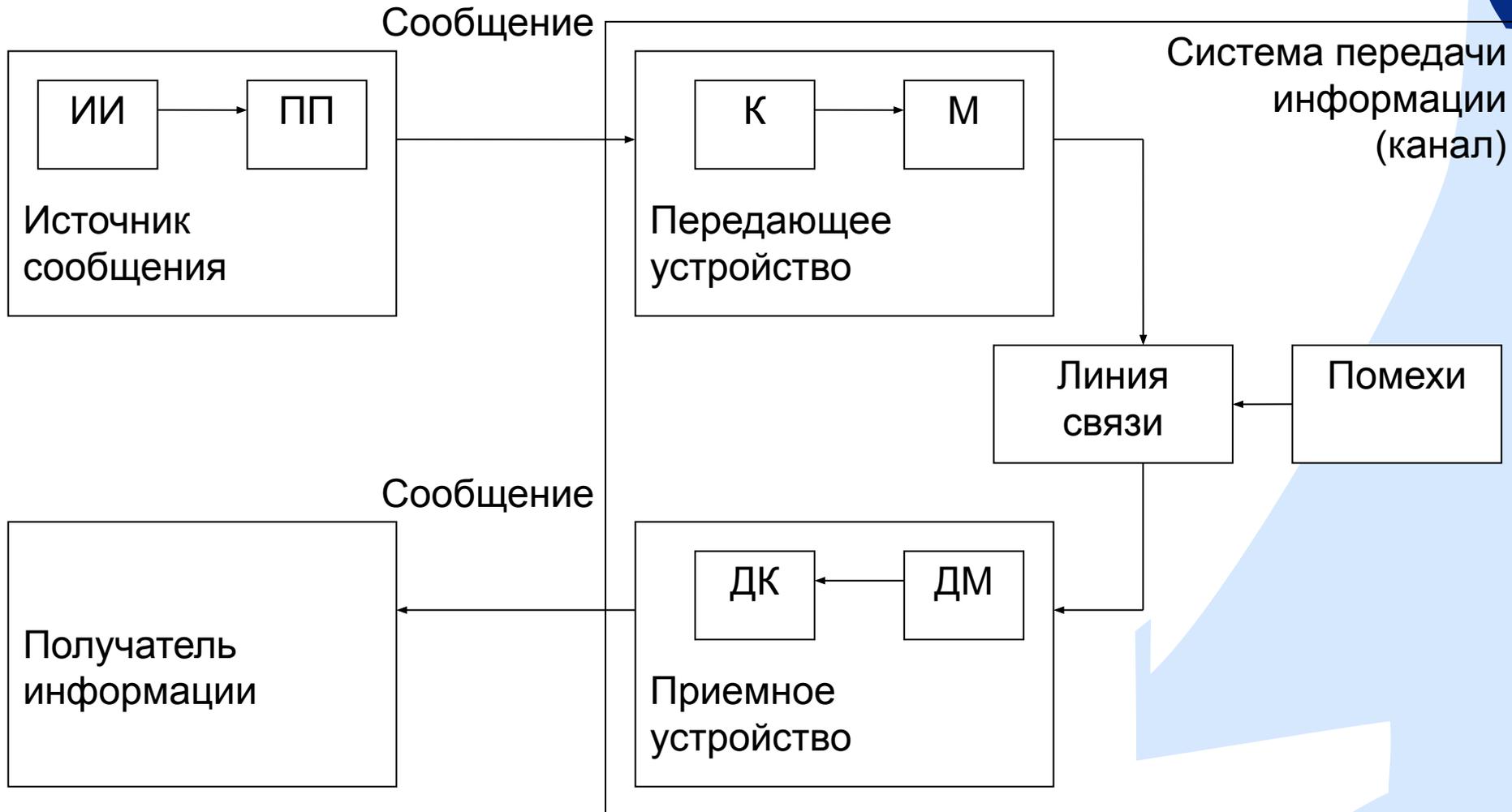


$$X(t) = S(t) + \xi(t)$$

Источник сообщений моделируется последовательностью реализаций сообщения, которые могут быть либо дискретным, либо непрерывными.

$$A = \{A_i\}_{i=1}^{n_i}$$

Развернутая функциональная модель системы передачи информации



Развернутая функциональная модель системы передачи информации

Назначение кодека, включающего кодер (К) передатчика и декодер (ДК) приемника – за счет вводимой избыточности уменьшить ошибки, которые возникают при передаче двоичных символов по каналу. Кодеки должны согласовывать источник и получатель сообщений с каналом передачи информации, как по объему алфавита, так и по избыточности.

При передаче информации могут использоваться непрерывные или дискретные сообщения. Дискретный канал образуется из непрерывного канала путем включения в него модема (модулятора и демодулятора). Непрерывный (аналоговый) канал включает в себя линию связи и высокочастотные блоки передатчика и приемника. В модеме происходят формирование и обработка сигналов, передаваемых по непрерывному каналу, т.е. преобразование кода в сигнал и обратно.

Развернутая функциональная модель системы передачи информации

Кодеки и модемы в системах передачи информации выполняют задачу согласования (в информационном отношении) источника сообщений с непрерывным каналом связи, т.е. параметров источника сообщений с параметрами канала связи. Поэтому при проектировании систем передачи информации их необходимо рассматривать в совокупности как взаимосвязанные подсистемы. Цель состоит в том, чтобы обеспечить наиболее эффективную передачу сообщений от источника к получателю.

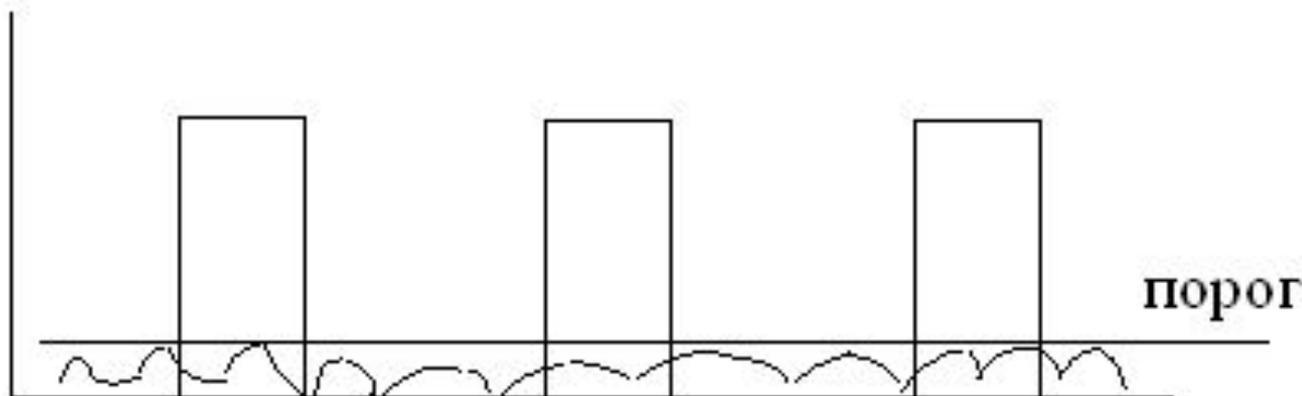
Дискретные сообщения формируются в результате последовательной выдачи источником отдельных элементов – знаков. Множество различных знаков называются алфавитом источника сообщений, а число знаков – объемом алфавита.

Непрерывные и дискретные системы передачи информации

Непрерывные и дискретные системы обладают отличительными особенностями.

В непрерывных (аналоговых) системах шумы накапливаются.

В дискретных системах шумы, накладываясь на сообщение, не маскируют его. Это позволяет ретранслятору системы отделить сигнал сообщения от шумов, без значительного усложнения средств, входящих в состав системы (введением порогового устройства), и передать сигнал дальше без помех.



Недостатком дискретных систем является увеличение спектра сигнала и, как следствие, увеличение полосы пропускания.

Процесс преобразования сообщения в сигнал, удобный для передачи по заданному каналу связи, является процессом кодирования в широком смысле. Соответственно, обратный процесс преобразования сигнала в сообщение будет называться декодированием в широком смысле.

Создать отдельный сигнал для каждого сообщения невозможно. Однако, поскольку дискретное сообщение складывается из знаков, то можно обойтись ограниченным числом сигналов, соответствующих отдельным знакам. Для обеспечения простоты и надежности распознавания число сигналов нужно сократить до минимума.

Переход от знаков к символам также называется кодированием в узком смысле. Устройство, выполняющее эту операцию, называется кодирующим или кодером. Обратный переход называется декодированием в узком смысле.

В результате кодирования каждому знаку сообщения соответствует некоторая последовательность символов, которая называется кодовой комбинацией.

В структурной схеме системы передачи информации кодирующее устройство (К) – переводит знаки в символы; модулятор (М) – изменяет параметр несущего колебания.

Сигнал на выходе линии связи может отличаться от переданных вследствие затухания (ослабления), искажений, воздействия помех и т.д. Помехами называют любые мешающие возмущения. Помехи можно разделить на внешние и внутренние. Внешние помехи – атмосферные, промышленные, искусственные. Источниками внутренних помех являются сами устройства, входящие в состав системы, т.е. аппаратура связи. К внутренним наводкам относят: собственные шумы, различные наводки, межсимвольные помехи и т.д.

Эффект воздействия помех на различные блоки системы учитывают эквивалентным изменением характеристик линии связи. Поэтому источники помех обычно условно относят к линии связи.

Из смеси сигнала и помех приемное устройство выделяет сигнал и посредством декодера восстанавливает сообщение, которое в общем случае может также отличаться от переданного.

Меру соответствия принятого сообщения посланному называют верностью передачи.

Характеристики контролируемых объектов

1. Характеристики самого контролируемого объекта.
2. Характеристики поведения объекта.

Более общими являются характеристики поведения объекта, так как характеристики самого объекта входят в них как составная часть. Состояние и поведение контролируемого объекта описывается совокупностью конечного числа каждого частного показателя. Это может быть результаты измерения какого-либо физического параметра (координаты, температуры, напряжения, тока и т.д.).

Показатель $L^{(i)}$ выражается числом с размерностью, соответствующей его физическому содержанию. Это число не может быть достоверно известно, так как в противном случае измерение и передача значения параметра не имел бы смысла. В рассматриваемом случае $L^{(i)}$ будет случайной величиной, а каждый конкретный результат измерений параметра оказывается реализацией.

Характеристики контролируемых объектов

Множество реализаций $L^{(i)}$ может быть непрерывным или конечно-счетным. Конечно-счетное множество реализаций можно описать выражением:

$$L^{(i)} = \{x_1^{(i)} \dots x_n^{(i)}\}$$

В случае непрерывного множества каждая $x^{(i)}$ реализация выражается числом, которое может принимать любое значение в некотором интервале:

$$x_{\min} \leq x^{(i)} \leq x_{\max}$$

Интервал между максимальными и минимальными значениями называется шкалой параметров

$$x_{\text{шк}}^{(i)} = x_{\max} - x_{\min}$$

Если состояние объекта характеризуется N частными показателями, то эту совокупность показателей удобно представить в виде матрицы:

$$L = \begin{pmatrix} L^{(1)} \\ L^{(2)} \\ \dots \\ L^{(N)} \end{pmatrix}$$

Верность воспроизведения характеристик

Пусть вектору частных показателей L , характеризующему состояние объекта соответствует вектор L_B частных показателей, восстановленных на приемном конце.

$$L = \begin{pmatrix} L^{(1)} \\ L^{(2)} \\ \dots \\ L^{(N)} \end{pmatrix} \Rightarrow L_B = \begin{pmatrix} L_B^{(1)} \\ L_B^{(2)} \\ \dots \\ L_B^{(N)} \end{pmatrix}$$

Никакая реальная система передачи и регистрации информации не может гарантировать с вероятностью $=1$ полное совпадение векторов.

$$L_B = L$$

Всегда при восстановлении информации имеет место ошибка:

- для непрерывных величин $E_L^{(i)} = L_B^{(i)} - L^{(i)}$ или $\xi_L^{(i)} = \bar{x}_B^{(i)} - \bar{x}^{(i)}$

- для дискретных величин $E_L = L_B - L$

Точность воспроизведения характеристик

При воспроизведении информации оценивается вероятность ошибки и принимается решение (значение), соответствующее минимальной вероятности ошибки. В дискретных системах ошибки и их вероятности оказываются малыми.

Точность воспроизведения информации характеризуется погрешностью воспроизведения (измерения). При этом выбор качественной характеристики точности – критерия верности воспроизведения информации, который вводится для оценки верности воспроизведения, – должна согласовываться с задачами измерения.

Верность воспроизведения оценивается для каждого частного показателя.

Точность воспроизведения характеристик

1. Верность воспроизведения для дискретных систем. Оценивается вероятность ошибки, при которой вместо фактической реализации будет восстановлена любая другая из возможных:

$$P_{\text{ош}}^i \leq P_{\text{ош.доп}}^i$$

2. Верность воспроизведения для непрерывных систем оценивают средним квадратом значения ошибки:

$$\sigma_E^{(i)} = \sqrt{D[E_L^{(i)}]} \quad D[E_L^{(i)}] = \frac{\sum_{i=0}^N (E_L^{(i)})^2}{N}$$

Этот показатель уточняют:

- Среднеквадратическая погрешность приведенная к шкале прибора:

$$\gamma_L^{(i)} \leq \frac{\sigma_E^{(i)}}{\Delta_{\text{шк}}^{(i)}} \quad \gamma_L^{(i)} \leq \gamma_{\text{доп}}^{(i)}$$

- Относительная погрешность

$$\alpha_L^{(i)} = \frac{\sigma_L^{(i)}}{L^{(i)}} \quad \alpha_L^{(i)} \leq \alpha_{\text{доп}}^{(i)}$$

3. Оценка верности по математическому ожиданию (по среднему значению) – систематическая ошибка:

$$m_E^{(i)} = M(E^{(i)})$$

4. Оценка верности воспроизведения по среднеквадратической ошибке не является полной. Вероятности больших ошибок могут быть разными. Поэтому вводят вероятность аномальной ошибки:

$$P\{E^{(i)} \geq \xi_{\max}^{(i)}\} = P_a^{(i)}$$

Максимальные значения ошибок могут нормироваться к шкале параметра (прибора), или к самому параметру:

$$\delta_{\xi}^{(i)} = \frac{\sigma_{\max}^{(i)}}{\Delta_{\text{шк}}^{(i)}}$$

$$\alpha_{\max}^{(i)} = \frac{\sigma_{\max}^{(i)}}{L^{(i)}}$$

При этом критерием оценки будет выполнение условия $\alpha_{\max}^{(i)} \leq \alpha_{\max, \text{доп}}^{(i)}$

Спасибо за внимание

