

Практическая работа

Тема: Логарифмы в природе и технике

Цель: научиться применять логарифм при вычислении пропускной способности канала передачи данных.

Практическая работа проводится на практическом занятии.

При выполнении заданий практической работы необходимо подробно описать ход решения заданий и дать ответ.

Критерии оценки:

Оценка	Выполнены задания	Критерии оценки
5 (отлично)	3 задания	- задания выполнены в полном объеме; - приведены соответствующие формулы; - отсутствуют замечания по оформлению и обоснованию решения заданий; - вычисления выполнены без ошибок; - решение заданий записано аккуратно
4 (хорошо)	2 задания	- приведены соответствующие формулы; - отсутствуют замечания по оформлению и обоснованию решения заданий; - вычисления выполнены без ошибок; - решение заданий записано аккуратно
3 (удовлетворительно)	1 задание	- имеются несущественные замечания по оформлению и обоснованию решения заданий; - решение заданий записано неаккуратно
2 (неудовлетворительно)	менее 1 задания	- имеются существенные замечания по оформлению и обоснованию решения заданий; - решение заданий записано неаккуратно

Теоретические сведения

Любой *реальный* канал связи подвержен внешним воздействиям, а также в нем могут происходить внутренние процессы, в результате которых искажаются передаваемые сигналы и, следовательно, связанное с ними сообщение. Такие воздействия называются **шумами (помехами)**.

После прохождения сообщения по каналу связи сигналы с помощью приемного преобразователя переводятся в последовательность кодов, которые декодирующим устройством представляются в форме, необходимой приемнику информации. На этапе приема, как и при передаче, преобразователь может быть совмещен с декодирующим устройством (например, радиоприемник или телевизор) или существовать самостоятельно (например, модем).

Характеристиками любой линии связи являются:

- **скорость передачи данных (V),**
- **пропускная способность канала (C)**
- **степень искажения сообщения в процессе передачи ($\varepsilon > 0$).**

Заметим, что **максимальная скорость передачи данных равна пропускной способности канала, т. е.**

$$V_{max} = C \quad (1)$$

Вторая теорема Шеннона: При передаче информации по каналу с шумом всегда имеется способ кодирования, при котором сообщение будет передаваться со сколь угодно высокой достоверностью, если скорость передачи не превышает пропускной способности

канала.

Из теоремы следует, что в любых случаях при превышении скорости передачи пропускной способности канала возможна потеря информации.

Смысл данной теоремы в том, что при передаче по реальным каналам можно закодировать сообщение таким образом, что действие шумов не приведет к потере информации. Это достигается за счет повышения избыточности кода (т.е. увеличения длины кодовой цепочки); безусловно, возрастает время передачи, что следует считать платой за надежность.

Для расчета пропускной способности канала передачи данных с шумами используется **формула Шеннона-Хартли**:

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

C – пропускная способность канала, **бит/с**

B – ширина полосы пропускания канала, **Гц**

S – мощность сигнала, **Вт**

N – мощность шума, **Вт**

Интервал частот, используемый данным каналом связи для передачи сигналов, называется **шириной полосы пропускания (B)**.

Влияние шумов определяется соотношением мощности сигнала и мощности помех. Из этого соотношения, в частности, видно, что для увеличения пропускной способности канала связи необходимо увеличивать полосу пропускания, либо улучшать отношение мощности сигнала к мощности помех.

Для сравнения мощностей сигналов, передаваемых по системе связи, часто пользуются логарифмическими единицами – **децибелами (дБ)**.

Децибел составляет 1/10 более крупной единицы, названной в честь А. Г. Белла – изобретателя телефона.

Бел (Б) – это десятичный логарифм отношения двух мощностей:

$$1 \text{ Б} = \frac{S}{N}$$

Для практики бел (Б) слишком крупная единица и при расчетах пользуются децибелами (дБ):

$$1 \text{ дБ} = 10 \cdot \lg \frac{S}{N} \quad (3)$$

Отношение сигнал/шум S/N часто задаётся в децибелах (дБ).

Приведем характеристики некоторых каналов связи:

Вид связи	B , Гц	$\frac{S}{N}$	C , бит/с
Телеграф	120	$\approx 2^6$	640
Телефон	$3 \cdot 10^3$	$\approx 2^{17}$	$5 \cdot 10^4$
Телевидение	$7 \cdot 10^6$	$\approx 2^{17}$	$130 \cdot 10^6$
Компьютерная сеть			до 10^9
Слух человека	$20 \cdot 10^3$		$5 \cdot 10^4$
Глаза человека			$5 \cdot 10^6$

Задания практической работы

Задание 1 Определите пропускную способность некоторого канала связи в зависимости от ширины полосы пропускания и отношения сигнал/шум.

Например

Задача: определить пропускную способность канала связи с полосой пропускания 1 МГц и отношением сигнал/шум 30 дБ.

Решение:

Так как в условии задано отношение сигнал/шум, а не отношение мощностей (SNR), необходимо использовать соотношение между ними: $S/N = 10 \lg \text{SNR}$, $30 = 10 \lg \text{SNR}$, откуда $\text{SNR} = 1000$.

Ответ: пропускная способность канала — $C = 1000000 \times \log_2(1000 + 1)$ бит/с.

Данные для расчетов представлены в таблице 1 (по вариантам, с 11го номера идет отсчет с 1го варианта, с 21го номера также идет отсчет с 1го варианта)

Порядок выполнения задания:

- 1) Найдите пропускную способность канала C (по вариантам), $B=B_2-B_1$ (обратите внимание на единицы измерения)
- 2) Определите, каким должно быть отношение сигнал/шум в децибелах, для того, чтобы пропускная способность канала составила 50% от вычисленного значения в пункте 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Номер варианта	Границы полосы пропускания		$\frac{S}{N}$, дБ
	B_1 (нижняя граница)	B_2 (верхняя граница)	
1	9,4 кГц	32,8 кГц	38
2	2,5 МГц	37,7 МГц	31
3	0,6 кГц	37,5 кГц	40
4	9,8 МГц	22,1 МГц	35
5	9,1 кГц	24,1 кГц	33
6	3,5 МГц	24,7 МГц	38
7	3,3 кГц	38,5 кГц	39
8	8,2 МГц	21,8 МГц	36
9	7,6 кГц	39,9 кГц	35
10	1,9 МГц	22,5 МГц	39

Задание 2 Какова максимальная скорость передачи данных при передаче двоичного сигнала по каналу с полосой пропускания 2 кГц и шумом 10 дБ?

Задание 3 Какое требуется отношение сигнал/шум для достижения в канале пропускной способности 10 Мбит/сек при ширине полосы 2 МГц?

Дополнительное задание

Задание 4 Оцифрованное телевизионное изображение имеет матрицу 480x640 пикселей, причем цвет каждого пиксела кодируется 16 битами.

Телевизионное изображение передается по каналу с шириной полосы 3,5 МГц и отношением сигнал/шум, равным 35 дБ.

Найдите пропускную способность канала.