

5. Физический уровень
Газизов Тимур Тальгатович,
к.т.н., доцент кафедры информатики ТГПУ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

- Информация может передаваться по проводам за счет изменения какой-либо физической величины, например напряжения или силы тока. Представив значение напряжения или силы тока в виде однозначной функции времени $g(t)$, мы сможем смоделировать поведение сигнала и подвергнуть его математическому анализу. Этому анализу и посвящены следующие разделы.

РЯДЫ ФУРЬЕ

$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi nft);$$

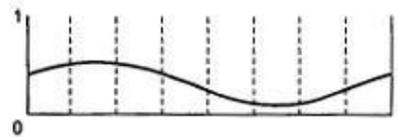
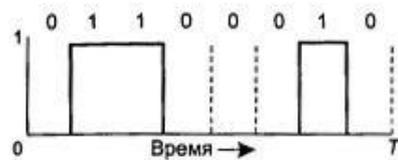
- Где $f = 1/T$ – основная частота (гармоника), a_n и b_n – амплитуды синусов и косинусов n -й гармоники, а c – константа. Подобное разложение называется рядом Фурье. Разложенная в ряд Фурье функция может быть восстановлена по элементам этого ряда, то есть если период T и амплитуды гармоник известны, то исходная функция может быть восстановлена с помощью суммы ряда

СИГНАЛЫ С ОГРАНИЧЕННЫМ СПЕКТРОМ

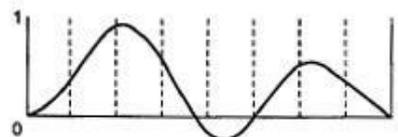
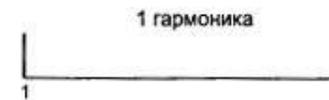
$$a_n = \frac{1}{\pi n} [\cos(\pi n/4) - \cos(3\pi n/4) + \cos(6\pi n/4) - \cos(7\pi n/4)];$$

$$b_n = \frac{1}{\pi n} [\sin(3\pi n/4) - \sin(\pi n/4) + \sin(7\pi n/4) - \sin(6\pi n/4)];$$

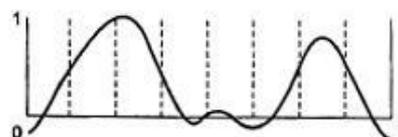
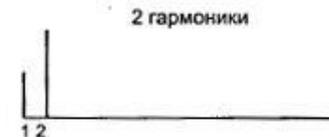
$$c = 3/4.$$



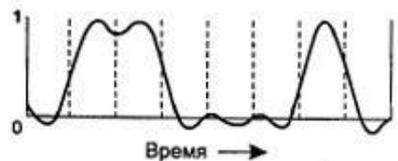
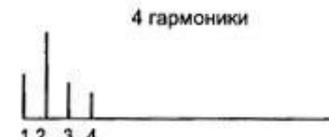
а



б



в



г



д

МАКС. V ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЧЕРЕЗ КАНАЛ

- максимальная скорость передачи данных = $2H \log_2 V$, бит/с (H – полоса, V – кол-во дискрет)
- максимальная скорость передачи данных = $F \log_2(1+S/N)$ (F – частота, S/N – отношение сигнал-шум)

МАГНИТНЫЕ НОСИТЕЛИ

- Стандартная кассета с лентой Ultrium вмещает 200 Гбайт. В коробку размером 60х60х60 помещается около 1000 таких кассет, что дает общую емкость 1600 Тбит (1,6 Пбит). Коробка с кассетами может быть доставлена в пределах США в течение 24 часов службой Federal Express или другой компанией. Эффективная полоса пропускания при такой передаче составляет 1600 Тбит/86 400 с, или 19 Гбит/с. Если же пункт назначения находится всего в часе езды, то пропускная способность составит свыше 400 Гбит/с.
- **Ни одна компьютерная сеть пока не в состоянии даже приблизиться к таким показателям.**

ВИТАЯ ПАРА

- самое распространенное применение - телефонная линия
- может передавать сигнал без ослабления мощности на несколько километров
- до 1988 года большинство офисных зданий были оснащены кабелями третьей категории: 4 обычных телефонов или по 2 многоканальных телефона
- с 1988 года витая пара категории 5: для высокоскоростной компьютерной связи

КОАКСИАЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ

- экранирование: обеспечивает передачу данных на более дальние расстояния с более высокими скоростями
- Современные кабели имеют полосу пропускания около 1 ГГц
- широко используются для кабельного телевидения, а также в некоторых региональных сетях
- широко применялись в телефонных системах, но теперь на линиях большой протяженности их все чаще заменяют оптоволоконными кабелями

ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА

- Первый персональный компьютер фирмы IBM, созданный в 1981 году, работал с тактовой частотой 4,77 МГц. Спустя 20 лет этот показатель вырос до 2 ГГц. Прирост множителя составил 20 за декаду.
- скорость передачи данных выросла с 56 Кбит/с (ARPANET) до 1 Гбит/с (современная оптическая связь), это означает рост в 125 раз за каждые 10 лет
- предел в 10 Гбит/с обусловлен нашей неспособностью быстрее преобразовывать электрические сигналы в оптические и обратно

СРАВНЕНИЕ ОПТИКИ И МЕДНОГО ПРОВОДА

- Оптика обеспечивает значительно более высокие скорости передачи, чем медный провод
- Оптика не подвержена коррозии, поскольку стекло является химически нейтральным
- Волокно: тонкое и легкое
- не теряют свет, и к ним довольно сложно подключиться, что способствует их надежности и сохранности
- Минус: для двухсторонней связи требуется либо два кабеля, либо две частотные полосы в одном кабеле, стоимость

БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ

- Удобство использования
- в будущем останется только два типа связи – оптоволоконная и беспроводная
- зародилась на Гавайских островах, где людей разделяли большие пространства Тихого океана и обычная телефонная система оказалась неприменима

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПЕКТР

- Величины λ , f , c (в вакууме) связаны фундаментальным соотношением

$$\lambda f = c$$

