

ОБЩИ СВЕДЕНИЯ ЗА ИНФОРМАЦИЯ, СИГНАЛ И СИСТЕМА

1.1. Предмет на теорията на сигналите и системите. Основни понятия

Едва ли би могло да се каже кога човечеството е започнало да мечтае за радио и телевизия, но не е възможно да се каже и точно кога започва тяхното изобретяване. Всичко е ставало постепенно при участието на много всеотдайни творци, чийто имена изговаряме и пишем с чувство на благодарност и почит. Незабравими ще останат имената на Херц, Маркони, Попов, Котелников, Клод Шенон, Р. Хартли, Х. Найкуист, Н. Винер, А. Харкевич, А. Хинчин, Л. Финк и много други.

Предаването на информация с помощта на електрически сигнали е основното отличие на комуникационната, електронна и компютърна техника от електротехниката.

В началото на своето развитие комуникациите са имали за обект безжичното телеграфиране. В днешно време са се оформили редица отрасли. Тяхното подразделение е условно, тъй като те са неделима част на една голяма система за обмен на информация.

1. *Радиосъобщенията* обхващат средствата и процесите за предаване на телеграфни и телефонни сигнали с помощта на електромагнитни вълни. Към радиосъобщенията спада радиоразпръскването. Благодарение на него хората и в най-отдалечените кътчета на планетата се информират за различни събития по света.

2. *Телевизията* осъществява предаването на подвижни изображения с помощта на радиотехнически средства. Телевизията има голямо приложение в бита, промишлеността, транспорта, медицината, науката и космонавтиката. Днес много процеси се управляват с помощта на информацията, получена от телевизионни камери.

3. *Радиоуправлението* използва техническите средства за управление на различни обекти от разстояние. Характерен пример в това отношение е управлението на космически обекти.

4. *Радионавигацията* осигурява ориентирането на самолетите и корабите с помощта на различни технически средства. Радиофаровете

и радиокомпасите служат на корабите и самолетите да се движат по предварително зададени маршрути.

5. *Радиолокацията* използва радиотехническите средства за определяне на координатите на различни обекти. Тя има широко приложение в авиацията, флота, метрологията и други области.

6. *Предаването на данни* е клон от комуникационната техника свързан с обработката на информация с помоща на персонални компютри, чрез изграждането на единна съобщителна система с интеграция на услугите.

7. *Електронната техника* използва цялото многообразие на електрическите сигнали, необходими за създаването на системи за обработка на информация, регулиране, усилване, измерване, кодиране, анализ и синтез на различни електрически и физични величини.

Курсът *"Сигнали и системи"* изучава теоретично физическите процеси в системите за анализ, предаване и обработка на електрически сигнали. Благодарение на него могат да се анализират и синтезират сигнали, устройства и системи за комуникациите, електрониката, компютърната техника, системите за автоматично управление и контрол.

В дадените по-горе пояснения вече бяха използвани понятията *"информация"*, *"съобщение"*, *"сигнал"* и *"система"*.

Думата *"информация"* има латински произход и означава *осведомяване за нещо*.

В практиката това понятие включва съвкупността от сведения за дадено събитие или за състоянието на някаква материална среда.

Информацията намалява неопределеността в знанията ни за даден обект. Съобразно областта на знания тя е техническа, биологична, икономическа и т.н.

Съобщението е информация представена в материална форма: текст на телеграма, говор, музика, телевизионно изображение и пр.

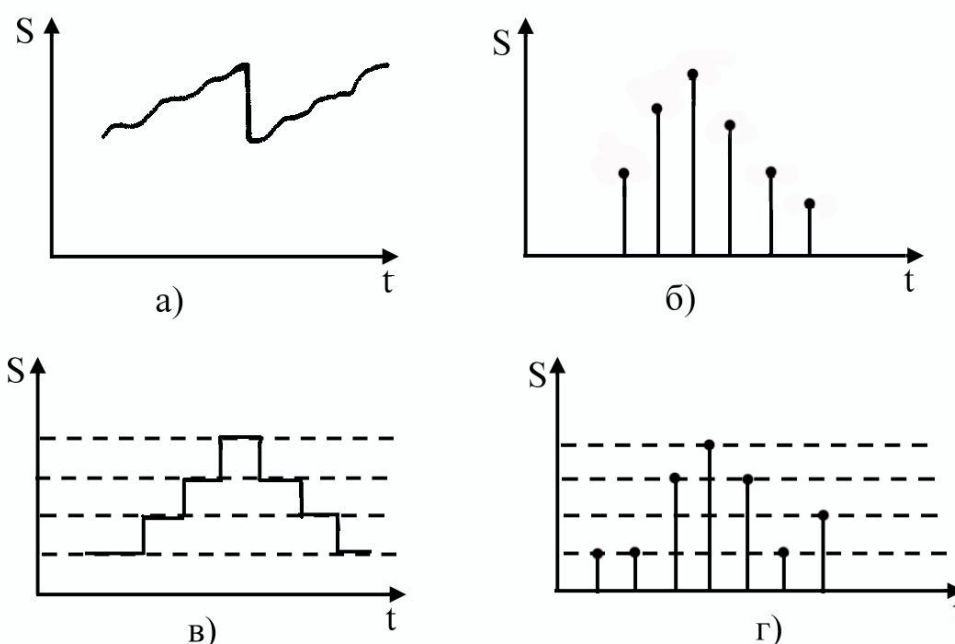
Сигналят е материален носител на информация. Като такъв той се проявява само ако съответства точно на предаденото съобщение. Вън от организираната система сигналят може да запази своята физическа природа, но губи основното си качество-носител на информация.

Човек е потопен в море от сигнали-акустични, светлинни, топлинни, електромагнитни и др. За щастие той възприема само тези от тях, които са пряко свързани с жизнената дейност и еволюцията на човека.

Като се разгледат във *времето* се установява, че сигналите са:

а) *аналогови* (непрекъснати) - говор, музика, температура на изследван обект и т.н.; тези сигнали се изразяват с непрекъснати функции на времето-фиг. 1.1 а.

б) *дискретни* (прекъснати) - букви, цифри, телеграфни сигнали и др.; този вид сигнали се задават чрез дискретни стойности на времето t (чрез крайно множество от точки). Големината на сигналите в тези точки може да приема всяка стойност в определен интервал по ординатната ос (фиг. 1.1 б). По такъв начин понятието "дискретен" характеризира не само сигнала, а и начина на задаването му.



фиг. 1.1

На фиг. 1.1.б се вижда, че сигналът е зададен по цялата ос на времето, обаче големината на сигнала може да приема само дискретни стойности. В подобни случаи се говори за сигнал, *квантуван по ниво*.

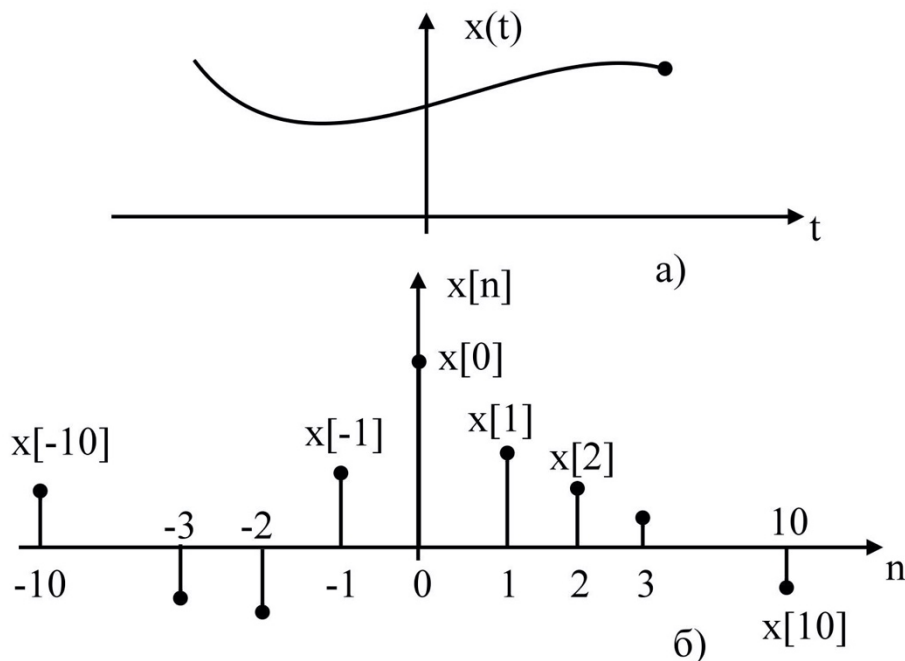
По нататък понятието "дискретен" ще се използва само по отношение на дискретизацията по време; дискретизацията по ниво ще се означава с понятието квантуване (фиг. 1.1 в).

в) *цифров* сигнал е този, който е дискретен по време и квантуван по ниво (фиг. 1.1 г).

За да се прави разлика между непрекъснатия и дискретния във времето сигнал се използват символите t , за означаване

непрекъснатата във времето променлива, и n -за дискретната във времето променлива.

Освен това независимата променлива на непрекъснатите във времето сигнали обикновено се заграждат с малки скоби (), а на дискретните във времето сигнали-със средни скоби []. На фиг. 1.2 са показани непрекъснатия във времето сигнал $x(t)$ и дискретния във времето сигнал $x[n]$.

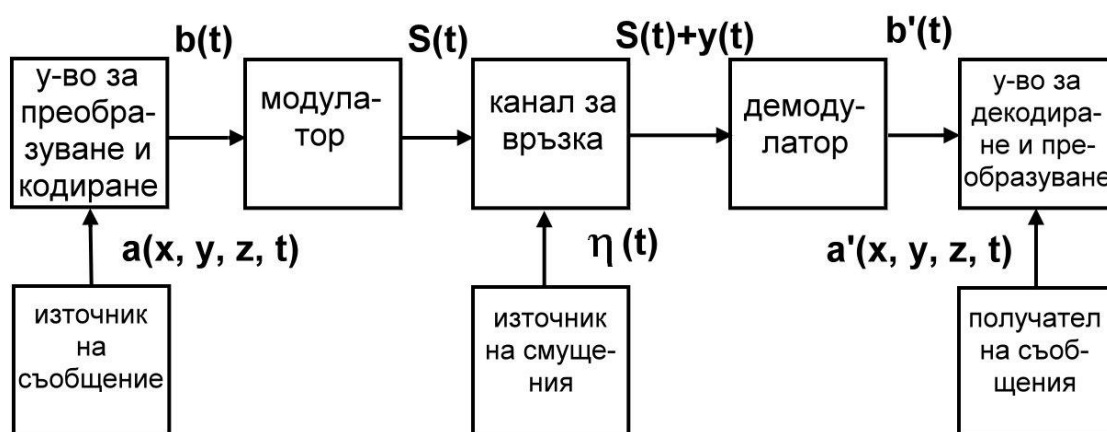


фиг. 1.2

Важно е да се отбележи, че дискретния във времето сигнал $x[n]$ е дефиниран само за цели стойности на независимата променлива. Изборът на графично представяне на $x[n]$ подчертава този факт и по нататък във всички случаи ще смятаме, че $x[n]$ е дискретна във времето редица.

В най-общ случай от източника на съобщение, (информация), чрез канала за връзка дадено съобщение постъпва към получателя на информация. При реални условия сигналите са подложени на влиянието на различни шумове, които могат да изменят сигнала и тогава съобщението няма да отговаря на своя първоизточник.

На фиг. 1.3 е показана блоковата схема на една такава система за пренасяне на информация.



фиг. 1.3

Източникът на съобщение и получателът са хора, устройства за регистриране и др.

Устройството за преобразуване и кодиране преобразува съобщението a в първоначален сигнал $b(t)$. Съобщението от своя страна е функция на пространствените координати и времето, т.е $a(x, y, z, t)$. В такъв вид се представя например съобщението при телевизионното предаване.

Модулаторът извършва окончателно формиране на сигнала $S(t)$ така, че да е възможно предаването му по канала за връзка на далечни и свръх далечни разстояния. Тъй като електромагнитните трептения с висока честота се разпространяват по-лесно и с по-малка енергия на значителни разстояния, то в модулатора се осъществява изменението на някой техен параметър (амплитуда, честота и др.) в зависимост от параметрите на първичния сигнал $b(t)$ така, че на изхода се получава преобразувания сигнал $S(t)$.

В демодулатора се отделя първичния сигнал от високочестотното трептене. Поради наличието на смущения той е означен с $b'(t)$, което означава, че са настъпили някакви изкривявания в резултат на действието на някакъв източник на смущения $\eta(t)$.

Устройството за декодиране и преобразуване възстановява съобщението. Трябва да се отбележи, че последното е изкривено в известна степен и по тази причина е отбелязано с индекс $a'(x, y, z, t)$.

Ще отбележим, че системата за пренасяне на информация от фиг. 1.3 не е универсална. Така например, при пренасянето на телефонни сигнали на близки разстояния ще липсват устройствата за кодиране,

(декодиране), и модулиране, (демодулиране), на сигналите. При пренос на аналогови телевизионни сигнали ще липсват блоковете за кодиране – декодиране на сигналите, докато при пренос на аналогови телефонни сигнали на далечни разстояния системата от фиг.1.3 ще съдържа всички блокове.

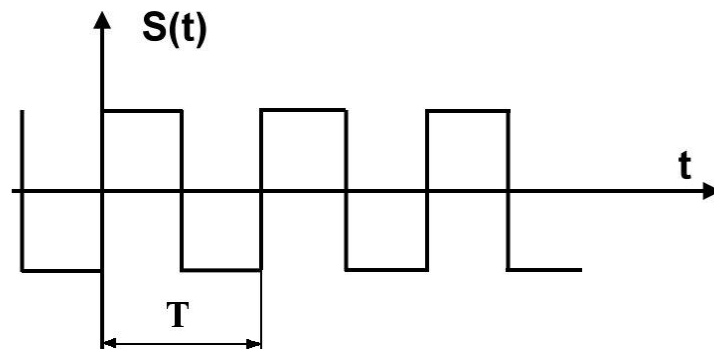
Сигналите могат да се изразяват аналитично и графично. На фиг. 1.4 е дадена графиката на сигнала

$$S(t) = A_1 \sin \omega t + A_3 \sin 3\omega t + A_5 \sin 5\omega t + \dots \quad , \quad (1.1)$$

където ω е ъгловата честота. Както е известно от физиката

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{1}{T} \quad ,$$

където f честотата на трептения в Херци[Hz], а T периода на повторения в секунди [s].



фиг. 1.4

В случая $S(t)$ е обобщен параметър. За електрическите сигнали, които ще се разглеждат по нататък със $S(t)$ ще се отбелязва амплитудата на напрежението или тока.

Най-важните параметри на сигналите са:

1. *Продължителност на сигнала T_c* . Този параметър се определя от времето T_c през което се предава сигнала. От него зависи заетостта на канала.

2. *Динамичен обхват D_c* . Количествената му оценка се дава с отношението на средната мощност на сигнала - P_c и средната мощност на шума - $P_{ш}$.

$$D_c = \frac{P_c}{P_{ш}} \quad (1.2)$$

Обикновено се използва логаритмична мярка в съответствие със зависимостта

$$D_c = 10 \lg \frac{P_c}{P_{ш}} \quad (1.3)$$

и се измерва в децибели $[dB]$. Динамичния обхват на говора на диктор е около $(25 - 30) dB$, докато на реактивен самолет близо до него достига $120 dB$, което е опасно за слуха на човека.

Необходимо е P_c да превишава $P_{ш}$, за да се различава сигналът от шума.

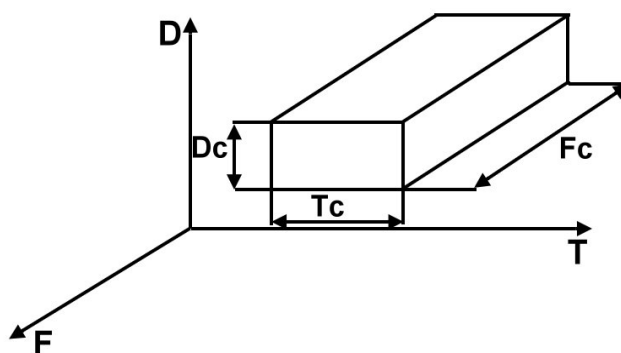
Минималното изискване се свежда до условията

$$P_c \geq (5 \dots 10) P_{ш} \quad \text{или} \quad D_c \geq 10 dB \quad . \quad (1.4)$$

3. *Широчина на честотния спектър F_c* . За краткост се използват и понятията "честотна лента на сигнала" и "спектър на сигнала". Това е съвкупността от честоти, които трябва да се пропускат през канала за връзка или друго съоръжение, за да се предаде вярно сигналът.

Например, спектъра на звуковите сигнали са в обхвата от 10 Hz до около 20000 Hz , докато за предаване на подвижни изображения, честотната лента достига $6,5 \text{ MHz}$.

Разгледаните параметри на сигнала могат да се нанесат по координатните оси на една ортогонална система така, както е показано на фиг. 1.5



фиг. 1.5

По оста на времето е отбелязана продължителността на сигнала T_c , а по останалите оси-съответно широчината на честотния спектър F_c и динамичния обхват D_c . С помощта на тези величини се формира обемът V_c в тримерното пространство. Благодарение на това представяне се уточнява понятието *обем на сигнала*:

$$V_c = T_c \cdot F_c \cdot D_c \quad . \quad (1.5)$$

Аналогично на това понятие се въвежда и понятието *обем на свързващия канал*

$$V_K = T_K \cdot F_K \cdot D_K \quad , \quad (1.6)$$

където T_K е времето, през което каналът се използва за предаване на сигнали;

F_K - честотна лента, която той може да пропуска;

D_K - динамичен обхват на канала, определен от съотношението на мощността на сигнала в канала и мощността на шумовете в него.