**5. Продуктивність та надмірність джерела інформації**

Розглянемо джерело двох подій s1 та s2. Якщо подія s1 трапляється рідко, а подія s2 ​​- часто, то кількість інформації I(s) про реалізацію події s1 буде значно більше, ніж про реалізацію події s2: I(s1) >> I(s2).

Очевидно, що кількість інформації джерела двох подій є значною. менше, ніж джерела 10 чи 20 подій, тобто. чим більше різних подій характеризує те чи інше явище, тим більше необхідно інформації для його опису. Таким чином, інформація є такою характеристикою загальної якості матеріального світу, як його різноманітність.

Вимірювальна інформація завжди подається як сигналів, фізична природа яких залежить від типу джерела повідомлень. *Сигнали як носії інформації* являють собою механічні коливання у твердих матеріалах, рідинах, газах (інфразвук, звук, ультразвук), електричні та електромагнітні коливання або хвилі (радіо, оптичні). Сигнали сприймаються приймальними пристроями, зокрема органами почуття живих організмів та людини. З сигналів видобувається інформація, яка далі перетворюється і запам'ятовується або передається лініями зв'язку, перетворюючись і відображаючись у вигляді, зручному для сприйняття, осмислення та використання людиною при прийнятті рішень.

*У джерелах інформації формуються повідомлення*. Повідомлення – це послідовність знаків (символів) або безперервні сигнали, які містять ті чи інші відомості, дані, результати вимірів. Множина різних знаків на формування повідомлень називають алфавітом джерела повідомлень, а кількість знаків - обсягом алфавіту. Зокрема знаками можуть бути літери природної мови, цифри, ієрогліфи.

Безперервні повідомлення не поділяються на елементи, є функціями часу. Типовими прикладами можуть бути мовні сигнали з виходу мікрофона, безперервно виміряні дані про температуру, тиск, напрям і швидкість вітру і т.п. Останнім часом вони, як правило, перетворюються на цифрові з метою підвищення якості передачі, зберігання та захисту інформації.

*Продуктивність джерел інформації*. Зазвичай джерела передають повідомлення з деякою швидкістю, витрачаючи в середньому час Т для передачі одного повідомлення.

Продуктивністю джерела H'(X) називається сумарна ентропія повідомлень, переданих за одиницю часу: H'(X) = H'(X)/T.

Продуктивність вимірюється в бітах за секунду.

Представимо величину 1/Т як швидкість vc = 1T (елементів за секунду), отримаємо H'(X) = vc·H'(X)/T.

Аналогічно поділивши значення ентропії та кількості інформації на Т і представивши H'(X/Y) = H'(X/Y)/T, I'(X/Y)= I(X/Y)/T, отримаємо відповідне рівність для умовних ентропій та кількості інформації, розрахованих на одне повідомлення за одиницю часу.

*Швидкістю передачі інформації* називається кількість інформації

алфавітного ансамблю сигналів на вході системи, віднесене до одиниці часу. Якщо, наприклад, Х - ансамбль сигналів на вході дискретного каналу, а Y - ансамбль сигналів на його виході, швидкість передачі інформації по каналу



Величина H'(X/Y) є втратою інформації, чи ненадійністю каналу за одиницю часу, а H'(X/Y) - швидкість створення помилкової, сторонньої інформації у каналі, яка стосується Х і зумовлена ​​присутніми у каналі перешкодами. За визначенням К. Шеннона, ненадійність каналу є ентропією входу, коли відомий, тобто. її вважатимуться мірою середньої невизначеності прийнятого сигналу. Що ж до величини H'(X/Y), вона є ентропію виходу, коли вхід відомий, тобто. є мірою середньої невизначеності переданого сигналу



*Ефективність та надмірність джерел інформації.*

При надсиланні безперервних повідомлень передані сигнали є безперервними функціями часу A(t), що належать деякій множині, а прийняті сигнали X(t) будуть їх спотвореними варіантами. Всі реальні сигнали мають спектри з обмеженою смугою F. Відповідно до теореми В. А. Котельникова такі сигнали визначаються їх значеннями у точках відліку, що містяться одна від одної на відстані t  2F.

У реальних умовах на сигнал накладаються перешкоди, внаслідок чого кількість рівнів сигналу в точках відліку буде кінцевим.

Отже, сукупність значень, що визначають безперервний сигнал, еквівалентна деякої дискретної кінцевої сукупності. Це дає можливість визначити кількість інформації та пропускну здатність каналу при передачі безперервних повідомлень на підставі результатів, отримані для дискретних повідомлень.

Якщо переданий сигнал A(t) містить п точок відліку a1, a2, ..., ап, а прийнятий X(f) - така сама кількість точок відліку x1 х2, ..., хп, то відповідно кількість інформації, яка міститься в прийнятому сигналі X щодо переданого А, визначиться виразом:



Пропускна здатність каналу визначається як максимум за всіма можливими ансамблями переданих сигналів



Найбільш загальною оцінкою ефективності системи передачі інформації є коефіцієнт використання каналу, який дорівнює відношенню швидкості передачі до пропускної спроможності



Таким чином, -ефективність системи передачі інформації повністю визначається значенням її надмірності. Звідси завдання підвищення ефективності передачі зводяться до завдання зменшення надмірності повідомлення та сигналу, точніше, до раціонального її використання.

Надмірність повідомлення обумовлена тим, що елементи повідомлення не є рівноймовірними, і між ними існує статистична зв'язок. При кодуванні можна перерозподілити ймовірність вихідного

повідомлення так, щоб розподіл ймовірностей символів наближався до оптимальному. Такий перерозподіл дає змогу усунути надмірність, яка залежить від розподілу ймовірностей елементів повідомлення. Прикладом такого кодування є код Шеннона – Фано.

Процес модуляції супроводжується розширенням смуги частот сигналу порівняно зі смугою частот переданого повідомлення. Це розширення смуги є надлишковим. Частотна надмірність також збільшується при переході від синусоїдального носія до імпульсного чи шумоподібного. З погляду підвищення ефективності передачі слід вибирати способи модуляції, мають малу надмірність. До таких способів належить, зокрема, односмугова передача, коли передані сигнали не містять частотної надмірності, - вони є просто копіями переданих повідомлень.

**6. Зв'язок інформації з характеристиками сигналів**

Джерела інформації мають фізичну природу і різняться видом повідомлень, що формуються, енергетичною активністю, імовірнісними характеристиками тощо.

Для аналізу цікавими є не лише характеристики певних повідомлень, а й потоки повідомлень як специфічний випадковий процес. В інформаційних системах інформація з носіїв різної фізичної природи (голос, зображення, символи на папері, стрічці, вібрації та т.п.) перетворюється на універсальний вигляд і фіксується на універсальних носіях.

Як універсальний носій інформації використовується електричний сигнал (або матеріали, які мають електромагнітні властивості, дають можливість легко знімати з них інформацію як електричних сигналів).

Електричні сигнали є носіями інформації, а матеріали - носії інформації – виконують функції її зберігання.

Як правило, первинні інформаційні повідомлення - мова, музика, зображення, значення параметрів довкілля тощо. – представляють собою функції часу Х(t) чи інших аргументів Х(x, y, z) неелектричної природи (акустичний тиск, температура, розподіл яскравості на деякій площині тощо). З метою передачі інформації до споживача ці повідомлення зазвичай перетворюються на електричний сигнал, зміни якого у часі Х(t) відображають передану інформацію. Такі повідомлення називаються безперервними або аналоговими повідомленнями.