

Міністерство освіти і науки України  
Запорізький національний університет  
Інженерний навчально-науковий інститут  
ім. Ю.М. Потебні  
Кафедра мікроелектронних та електронних інформаційних систем

Реферат  
з дисципліни «Теорія сигналів»  
на тему: “Загальна класифікація електричних сигналів”

Виконав:

студент групи 6.1530-с

Петров І.Ю.

Перевірила:

доц. Небеснюк О.Ю.

Запоріжжя

2021 рік

## КЛАСИФІКАЦІЯ СИГНАЛІВ ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ

Наше життя неможливо уявити без постійного обміну інформацією. Люди обмінюються інформацією в усній, писемній та інших формах. Засоби масової інформації щоденно доносять до нас потоки різноманітних відомостей. Протягом багатьох століть люди винаходили умовні знаки та способи для передачі інформації. Що ж таке інформація? У загальному розумінні та найширшому значенні слова «інформація» – це сукупність відомостей про навколишній світ. Інформація може зберігатися та передаватися від одного об'єкта до іншого.

Для того, щоб інформацію можна було зберігати, обробляти, передавати і використовувати, вона повинна бути представлена у вигляді повідомлення. Повідомлення – це форма представлення (вираження) інформації, зручна для передавання на відстань. Повідомлення можуть мати найрізноманітнішу форму: оптичну (текст або послідовність числових символів на паперовому носії, фотографія, телевізійне зображення тощо), звукову (музика, мова) і т. д.

Для передавання різноманітних повідомлень на відстані використовують фізичні процеси, здатні долати з деякою швидкістю відстані між джерелом та одержувачем. Такими процесами можуть бути звукові або електромагнітні хвилі, електричний струм. Фізичний процес, що відображає повідомлення, називається сигналом. Відображення повідомлення забезпечується зміною якої-небудь фізичної величини, що характеризує процес. Ця величина є інформаційним параметром сигналу[1].

Аналоговий сигнал це природний тип сигналів оточує нас повсюдно і постійно. Звук, зображення, тактильні відчуття, запах, смак і команди мозку. Всі виникаючі, у Всесвіті без участі людини, сигнали є аналоговими. В електроніці, електротехніці і системах зв'язку аналогову передачу

даних застосовують з часу винаходу електрики. Характерною особливістю є безперервність і плавність зміни параметрів. Графічно сеанс аналогового зв'язку можна описати як безперервну криву, відповідну величині електричної напруги в певний момент часу. Лінія змінюється плавно, розриви виникають тільки при обриві зв'язку. У природі та електроніці аналогові дані генеруються і поширюються безперервно. Відсутність безперервного сигналу означає тишу або чорний екран. У безперервних системах зв'язку аналогом звуку, зображення і будь-яких інших даних є електричні або електромагнітні імпульси. Наприклад, гучність і тембр голосу передаються від мікрофона на динамік за допомогою електричного сигналу. Гучність залежить від величини, а тембр від частоти напруги. Тому при голосовому зв'язку спочатку напруга стає аналогом звуку, а потім звук аналогом напруги. Таким же чином відбувається передача будь-яких даних в аналогових системах зв'язку.

Дискретний сигнал. Вся суть криється в назві. Дискретний від латинського *discretus*, що означає переривчастий (розділений). Можна сказати, що дискретний повторює амплітуду аналогового, але плавна крива перетворюється в ступінчасту. Змінюючись або в часі, залишаючись безперервною за величиною, або за рівнем, не перериваючись за часом.

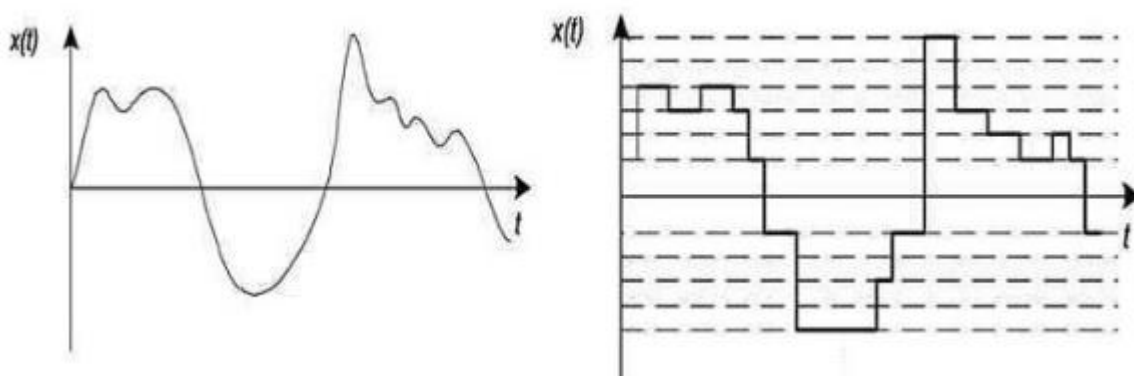


Рисунок 1.1 – Дискретний сигнал сигнал

Так, в певний період часу (наприклад мілісекунду або секунду) дискретний сигнал буде якоїсь встановленої величини. Після закінчення цього часу він різко зміниться в більшу або меншу сторону і залишиться таким ще мілісекунду або секунду. І так безперервно. Тому дискретний - це перетворений аналоговий.

Після дискретного наступним кроком перетворення аналогового став цифровий сигнал. Головна особливість-або він є, або його немає. Вся інформація перетворюється в сигнали обмежені за часом і за величиною. Сигнали цифрової технології передачі даних кодуються нулем і одиницею в різних варіантах. А основою є біт, який приймає одне з цих значень. Біт від англійського binarydigit або двійковий розряд.

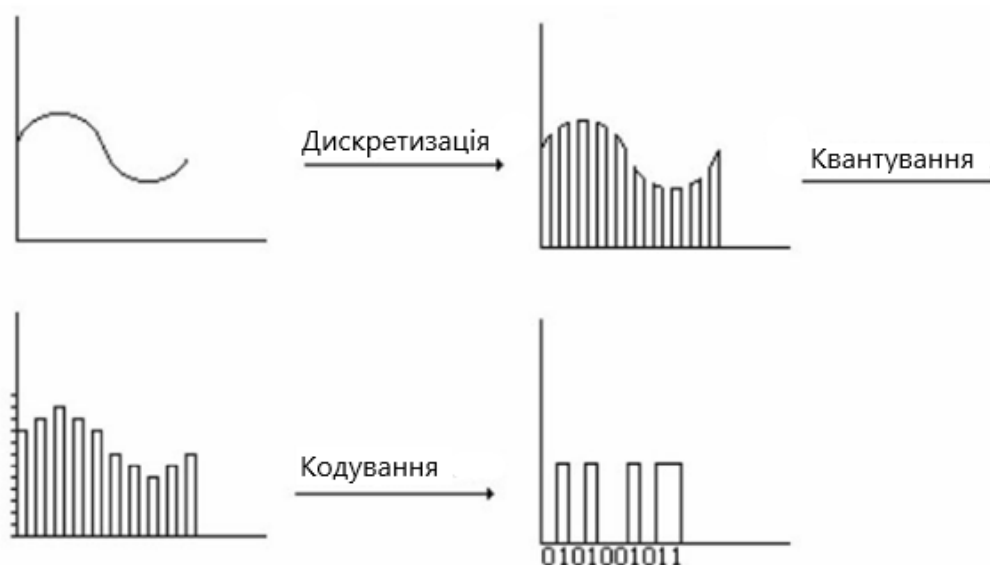


Рисунок 1.2 – Цифровий сигнал

Але один біт має обмежену можливість для передачі інформації, тому їх об'єднали в блоки. Чим більше бітів в одному блоці, тим більше інформації він несе. У цифрових технологіях використовують біти об'єд-

нані в блоки кратні 8. Восьмибітовий блок назвали байтом. Один байт невелика величина, але вже може зберігати зашифровану інформацію про всіх буквах алфавіту. Однак при додаванні всього одного біта число комбінацій нуля і одиниці подвоюється. І якщо 8 бітів робить можливим 256 варіантів кодування, то 16 вже 65536. А кілобайт або 1024 байт і зовсім немаленька величина.

У великій кількості об'єднаних байтів зберігається багато інформації, чим більше комбінацій 1 і 0 тим більше закодовано. Тому в 5 - 10 МБ (5000 – 10000 кБ) маємо дані музичного треку хорошої якості. Йдемо далі, і в 1000 МБ закодований вже фільм.

Але так як вся навколишнє людей інформація аналогова, то для її приведення в цифровий вигляд потрібні зусилля і будь-який пристрій. Для цих цілей був створений DSP (digital Signal processor) або ЦПОС (цифровий процесор обробки сигналів). Такий процесор є в кожному цифровому пристрої. Перші з'явилися ще в 70-і роки минулого століття. Методи і алгоритми змінюються і вдосконалюються, але принцип залишається постійним – перетворення аналогових даних в цифрові.

Обробка і передача цифрового сигналу залежить від характеристик процесора — розрядності і швидкості. Чим вони вище, тим якісніше вийде сигнал. Швидкість вказується в мільйонах інструкцій в секунду (MIPS), і у хороших процесорів досягає декількох десятків MIPS. Швидкість визначає скільки одиниць і нулів зможе пристрій «запхати» в одну секунду і якісно передати безперервну криву аналогового сигналу. Від цього залежить реалістичність картинки в телевізорі і звуку з динаміків [3].

Не слід плутати квантування з дискретизацією (і, відповідно, крок квантування з частотою дискретизації). При дискретизації змінюється в часі величина (сигнал) змириться із заданою частотою (частотою дискретизації), таким чином, дискретизація розбиває сигнал по тимчасовій складовій (на графіку — по горизонталі). Квантування ж призводить сигнал до

заданих значень, тобто, розбиває за рівнем сигналу (на графіку — по вертикалі). Сигнал, до якого застосовані дискретизація і квантування, називається цифровим.

Квантування часто використовується при обробці сигналів, в тому числі при стисненні звуку і зображень.

При оцифровці сигналу рівень квантування називають також глибиною дискретизації або бітністю. Глибина дискретизації вимірюється в бітах і позначає кількість біт, що виражають амплітуду сигналу. Чим більше глибина дискретизації, тим точніше цифровий сигнал відповідає аналоговому. У разі однорідного квантування глибину дискретизації називають також динамічним діапазоном і вимірюють в децибелах (1 біт  $\approx$  6 дБ).

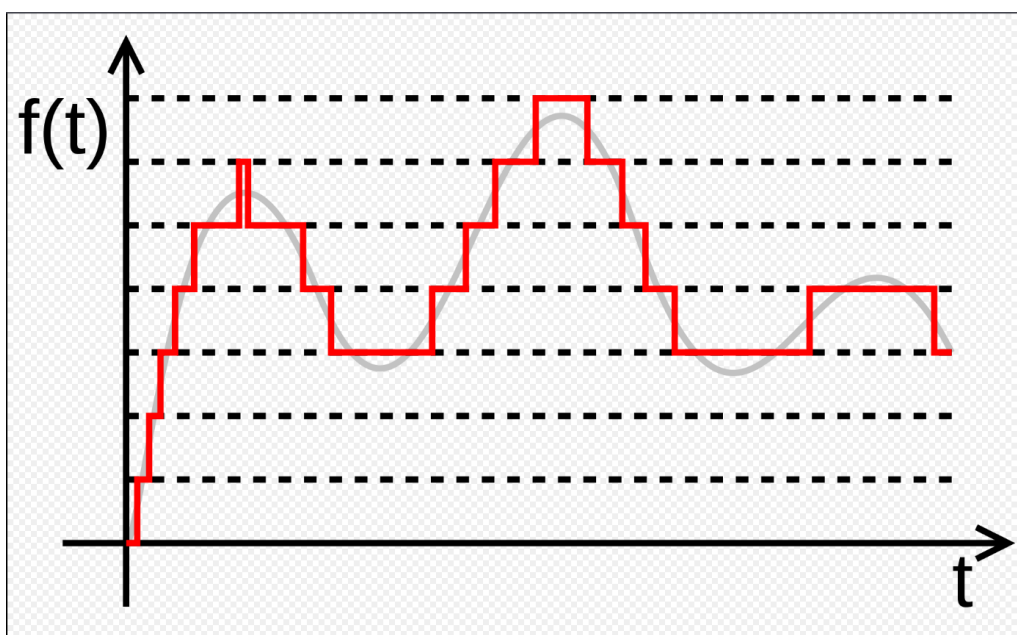


Рисунок 1.3 – Квантований сигнал

Види квантування:

Однорідне (лінійне) квантування-розбиття діапазону значень на відрізки рівної довжини. Його можна представляти як поділ вихідного значення на постійну величину (крок квантування) і взяття цілої частини від приватного:

Квантування за рівнем-представлення величини відліків цифровими сигналами. Для квантування в двійковому коді діапазон напруги сигналу від до ділиться на інтервалів. Величина отриманого інтервалу (кроку квантування):

Кожному інтервалу присвоюється-розрядний двійковий код-номер інтервалу, записаний двійковим числом. Кожному відліку сигналу присвоюється код того інтервалу, в який потрапляє значення напруги цього відліку. Таким чином, аналоговий сигнал представляється послідовністю двійкових чисел, відповідних величині сигналу в певні моменти часу, тобто цифровим сигналом. При цьому кожне двійкове число представляється послідовністю імпульсів високого (1) і низького (0) рівня.

При фільтрації в часовій області кожен елемент вихідного сигналу замінюється послідовністю елементів, пропорційних йому по амплітуді, але зрушених за часом, сума цих елементів утворює новий сигнал.

Існують різні методи фільтрації, найбільш простою реалізацією відрізняються методи поточного усереднення і експоненціального згладжування.

Після аналогової фільтрації, АЦ-перетворення і введення даних в комп'ютер виконується цифрова фільтрація. Цифрова фільтрація володіє великою гнучкістю, оскільки характеристики фільтра можна змінити, просто задавши нові параметри відповідної йому програми. На відміну від аналогових, цифрові фільтри добре працюють з тривалими постійними сигналами.

Фільтри можуть бути "причинними" і "непричинними". Причинний (causal) фільтр обчислює вихідне значення на підставі раніше введених даних (в будь-який момент  $t_0$  враховуються вхідні значення тільки для  $t < t_0$ ). Тому всі фільтри реального часу (on-line) є причинними. Послідовність відфільтрованих значень на виході буде відставати на деякий час в

порівнянні з послідовністю на вході. Якщо дані обробляються в автономному режимі (off-line), наприклад при аналізі серії значень вже зібраних вимірювань, можна використовувати непричинний (non-causal) фільтр. У цьому випадку розрахунок для моменту часу  $t_0$  можна проводити на основі як попередніх ( $t < t_0$ ), так і наступних ( $t > t_0$ ) значень [4].

Розрізняють чотири види сигналів: неперервний неперервного часу, неперервний дискретного часу, дискретний неперервного часу і дискретний дискретного часу.

Неперервні сигнали неперервного часу називають неперервними (аналоговими) сигналами. Вони можуть змінюватися в довільні моменти, приймаючи будь-які значення з неперервної множини можливих значень (рис. 4.1).



Рисунок 1.4 – Неперервний електричний сигнал

Неперервні сигнали дискретного часу можуть приймати довільні значення, але змінюються тільки в певні, наперед задані (дискретні) моменти (рис. 1.2).



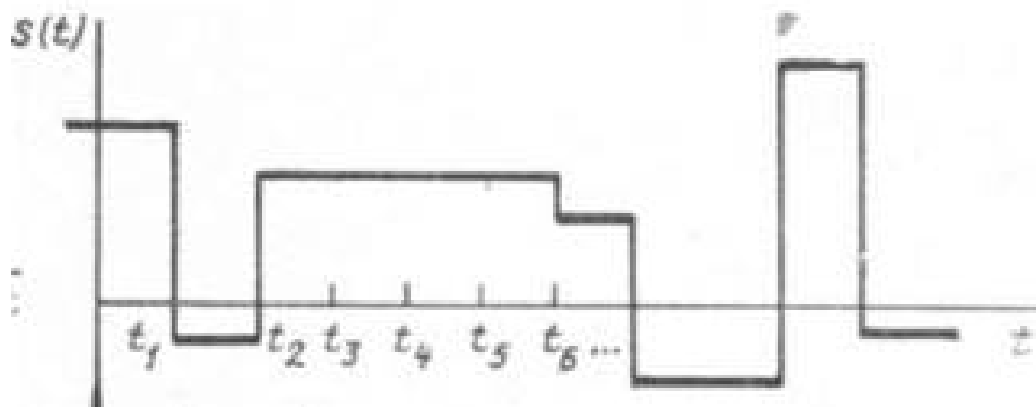


Рисунок 1.5 – Неперервний сигнал дискретного часу

Дискретні сигнали неперервного часу відрізняються від попередніх тим, що вони можуть змінюватися в довільні моменти, але їх величини приймають тільки конкретні дозволені (дискретні) значення (рівні).

Дискретні сигнали дискретного часу, скорочено дискретні (рис. 1.3), в дискретні моменти можуть приймати тільки конкретні дозволені (дискретні) значення (рівні).

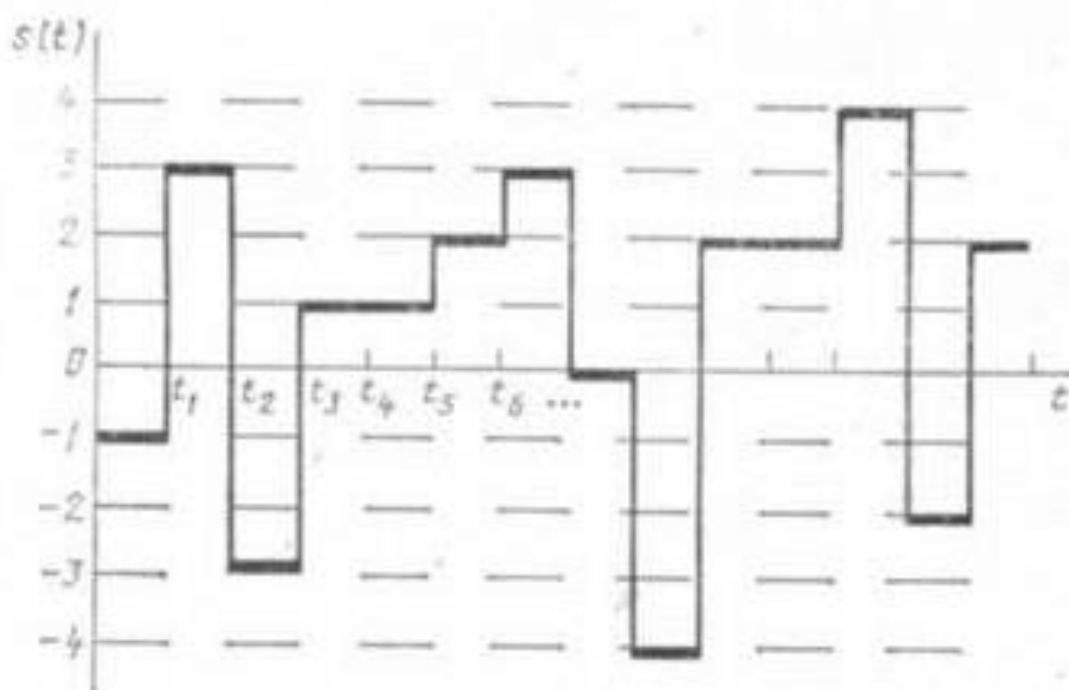


Рисунок 1.6 – Дискретний електричний сигнал

Сигнали двох останніх видів називають ще квантованими за рівнем.

Передавати за допомогою системи електрозв'язку дискретні сигнали, зображені на рис. 1.3, немає необхідності. Достатньо позначити цифрами всі дозволені рівні і передати дискретні сигнали, відповідні цим цифрам. Сформовані таким чином дискретні сигнали називають цифровими, а операцію встановлення відповідності між цифрами і значеннями дискретних сигналів — кодуванням.

Іноді в окремий клас виділяють імпульсні сигнали, які відмінні від нуля лише протягом кінцевого (порівняльно невеликого) інтервалу часу. Імпульсні сигнали на інтервалі свого існування можуть бути неперервними (наприклад, імпульси дзвонової форми) або дискретними (прямокутні).

Приведемо ще одну класифікацію сигналів. Всі сигнали (як неперервні, так і дискретні) можуть бути підрозділені на періодичні і неперіодичні. Періодичним називається сигнал, значення якого повторюються через певні рівні проміжки часу, що називаються періодом повторення сигналу, або просто періодом. Для неперіодичного сигналу ця умова не виконується.

Найпростішим періодичним неперервним сигналом є гармонічне коливання:

$$S(t) = S \cos(\omega t + \varphi) \quad (1.1)$$

де  $S, \omega, \varphi$  - амплітуда, кутова частота і початкова фаза коливання.

Графік гармонічного коливання (1.1) приведений на рис. 1.4, а. На рис. 1.4, ж показано графік дискретного періодичного сигналу.

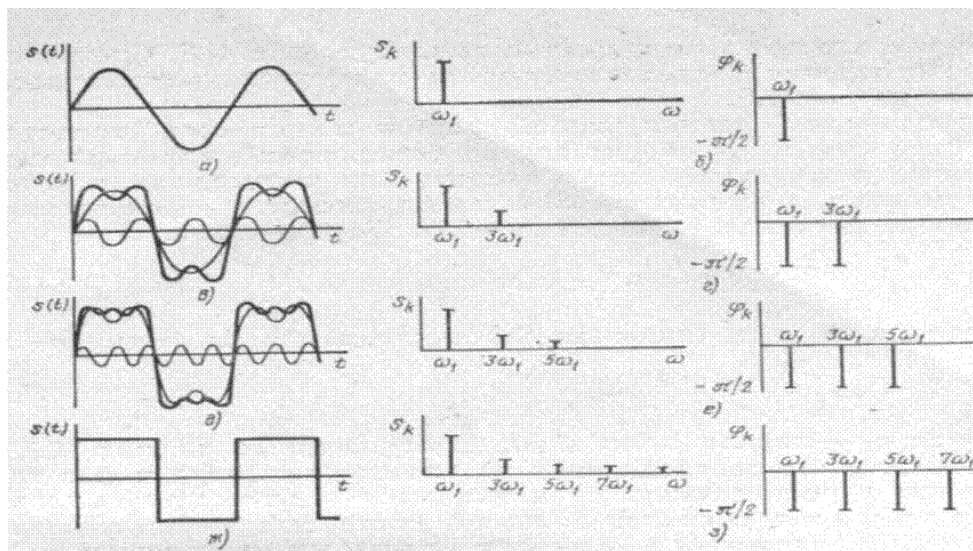


Рисунок 1.7 – Часове та спектральне представлення електричних сигналів: синусоїдального(а,б); суми першої та третьої гармонік (в,г); суми першої, третьої та п'ятої гармонік (д,е); послідовності прямокутних імпульсів (ж,з) [1]

Залежно від кількості фізичних процесів, сукупність яких характеризує первинне повідомлення сигнали класифікують:

- одновимірні сигнали- повідомлення характеризується одним процесом (напруга на конкретному резисторі електронної схеми).

Такий сигнал описується як функція однієї змінної, наприклад, часу  $V(t)$ .

- багатовимірні сигнали або векторні –для характеристики повідомлення використовується сукупність процесів (сукупність напруг на виводах мікросхем).

Двовимірний безперервний сигнал є найбільш поширеним різновидом багатовимірного сигналу і описується функцією значення якої залежать від двох незалежних змінних (аргументів, координат).

Залежно від тривалості проміжку часу, протягом якого існує сигнал, розрізняють довготривалі (неперевні) та імпульсні сигнали.

- неперервні сигнали- теоретично існують на нескінченному проміжку часу. Реальні сигнали мають початок і кінець. В багатьох випадках зустрічаються достатньо довготривалі сигнали, які наближено можна вважати неперервними.
- імпульсні сигнали (короткотривалі) –існують лише протягом короткого проміжку часу, а в усі інші моменти їх значення тотожно дорівнюють нулеві. [3]

Таким чином, у найрізноманітніших сферах наукової та практичної діяльності конче необхідним є використовувати електричні сигнали, які створюють різного роду давачі, перетворювачі, схеми порівняння тощо, здебільшого малопотужні, непридатні для керування виконавчими пристроями (рушіями). Особливе місце в вимірювальній техніці займають електричні вимірювання. Сучасна радіотехніка, енергетика (включаючи атомну) і електроніка спираються на вимір електричних величин. Більшість неелектричних величин легко перетворюються в електричні з метою використання електричних сигналів для індикації, реєстрації вимірювальної інформації, управління технологічними процесами і передачі результатів вимірювання на великі відстані.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Studopedia.su [Електронний ресурс]: Інформація. Повідомлення.  
Сигнали : [https://studopedia.su/8\\_54895\\_klasifikatsiya-signaliv-elektrozvuzku.html](https://studopedia.su/8_54895_klasifikatsiya-signaliv-elektrozvuzku.html) - Дата доступу: квітень 2021.
2. Лекції 1-2 з “Теорії сигналів”.- Дата доступу: квітень 2021.
3. odinelectric.ru [Електронний ресурс]: Інформація. Повідомлення.  
Сигнали : <https://odinelectric.ru/knowledgebase/chem-otlichayutsya-analogoviy-signal-ot-tsyfrovogo#i-2> - Дата доступу: квітень 2021.
4. studopedia.su [Електронний ресурс]: Інформація. Повідомлення.  
Сигнали : [https://studopedia.su/2\\_35937\\_kvantovanniy-signal.html](https://studopedia.su/2_35937_kvantovanniy-signal.html) -  
Дата доступу: квітень 2021.