

## Лабораторна робота № 5

### Дослідження дельта-модуляції

**Мета роботи** - дослідити і вивчити дельта-модуляцію, яка використовується в телемеханіці, зв'язку, пристроях електроніки й автоматики.

#### 5.1 Короткі теоретичні відомості

Для перетворення сигналів амплітудноімпульсної модуляції у цифрову форму може бути використана *дельта-модуляція* (рис. 5.1). При цьому кодується не квантоване значення аналогового сигналу, а знак приросту даного відрахунка відносно попереднього. Інформація про знак передається за допомогою дворівневого (+1 або -1) однорозрядного коду. Неперервний сигнал в цьому випадку замінюється ступінчастою функцією, яка приблизно співпадає з сигналом. Її приріст визначається у моменти дискретизації за часом і не може перевищувати крок квантування  $\Delta$ . Цифровий сигнал  $v(t)$  є послідовністю імпульсів, полярність яких визначається знаком приросту відрахунків. Тактова частота дельта-модульованого сигналу дорівнює частоті дискретизації сигналу  $S(t)$ .

Декодування сигналу дельта-модуляції на приймальному боці здійснюється інтегратором, який перетворює цифровий дельта-модульований сигнал на ступінчастий. На виході інтегратора вмикається фільтр нижніх частот, який згладжує ступінчастий сигнал і приблизно відтворює початковий.

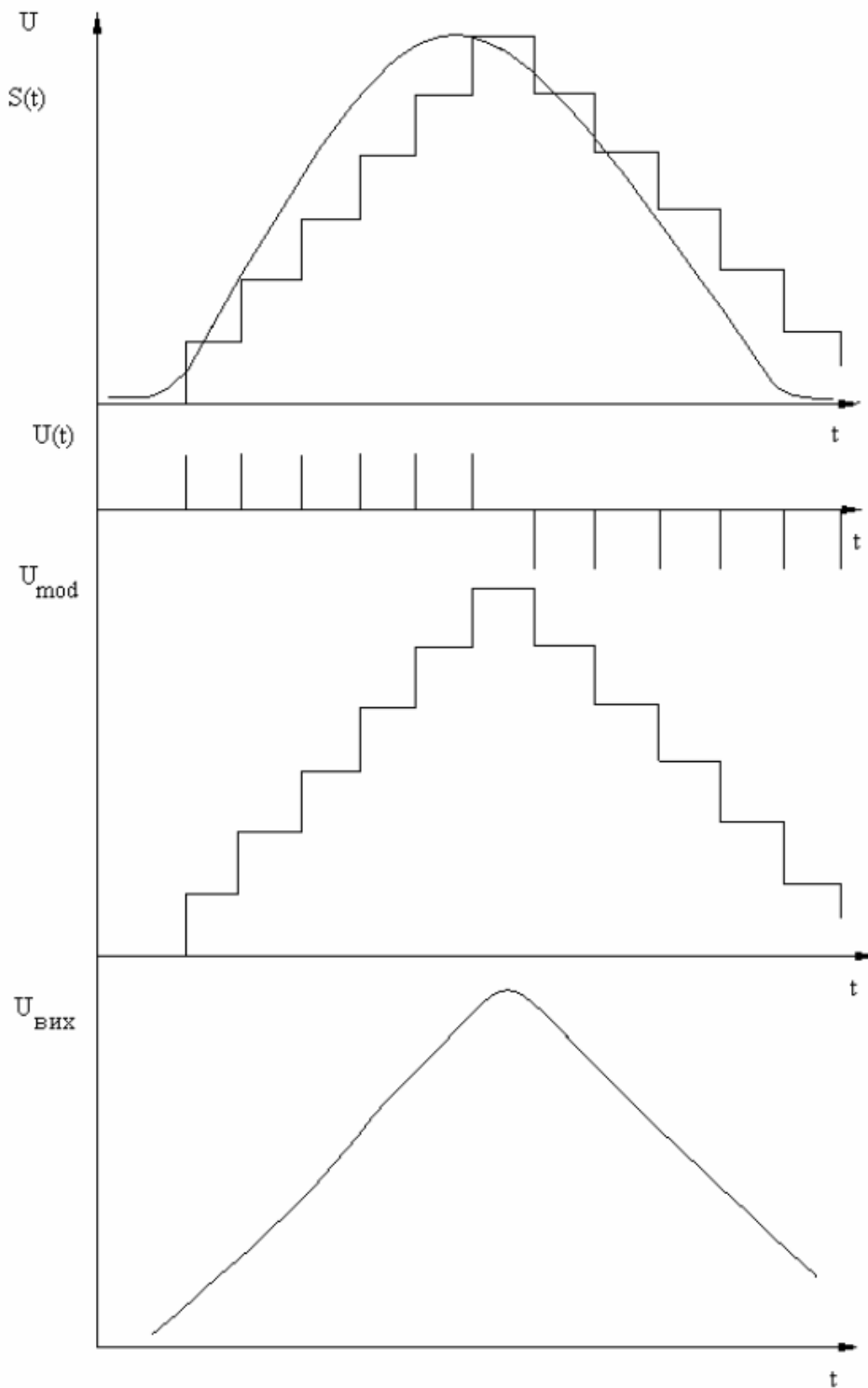


Рисунок 5.1 – Послідовність перетворень у випадку дельта-модуляції

При цьому методі модуляції виникають шуми квантування, які залежать від кроку квантування.

При дельта-модуляції безперервний вихідний сигнал апроксимується слідкуючим сигналом,  $G(t)$  (рис. 5.2).

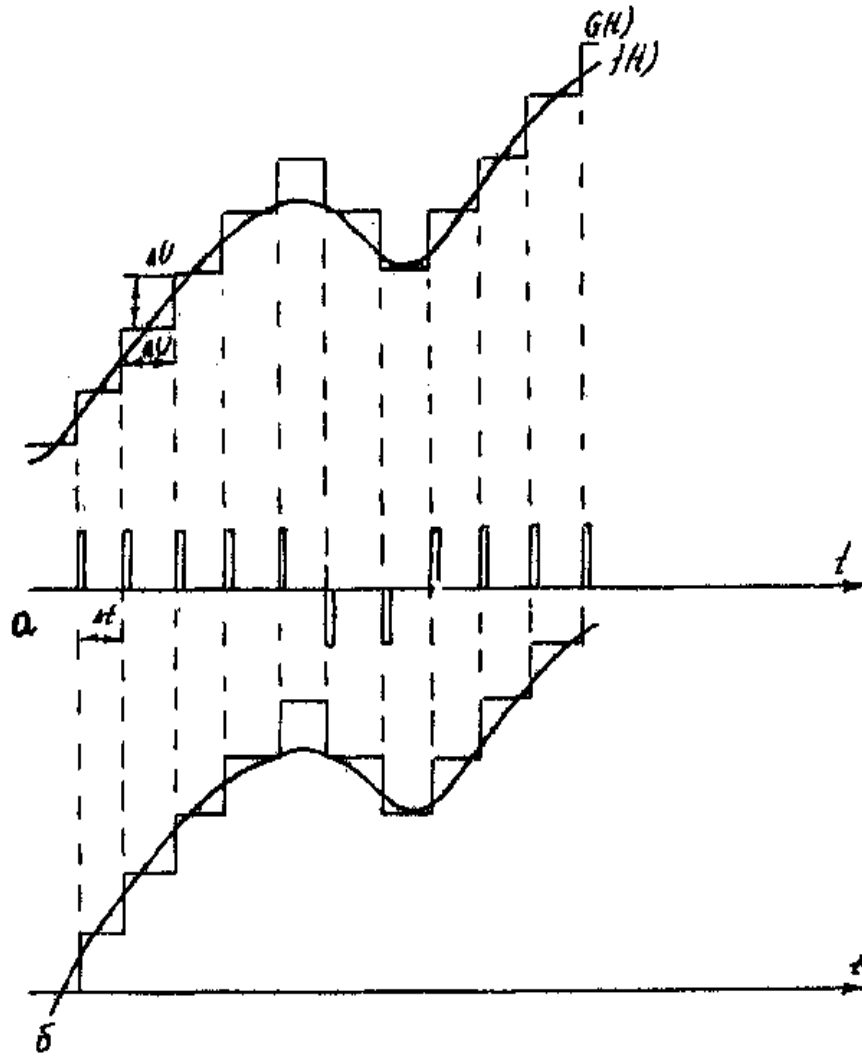


Рисунок 5.2 - Дельта-модуляція

Степінь відповідності функцій  $G(t)$  і  $f(t)$  визначається значенням кроку квантування в часі  $\Delta t$  і за рівнем  $\Delta U$ . Згідно функції ступінчатого (трикутного) сигналу одержують модульований сигнал у вигляді одиночних імпульсів (найчастіше змінюється полярність імпульсів). Дані імпульсу відбивають знак різниці між

поточною вибіркою і її прогнозованим значенням, у якості якого береться квантоване значення попередньої вибірки.

Таким чином, при дельта-модуляції значення повідомлення в кожній точці кодується однорозрядним двійковим кодом. На виході приймального пристрою з імпульсної послідовності відновлюється вхідний сигнал (рис. 5.2,б).

Недоліки дельта-модуляції:

- залежність динамічного діапазону від частоти модулюючого сигналу, що пояснюється ростом крутості сигналу зі збільшенням частоти;
- низька завадостійкість системи при впливі в каналі імпульсних перешкод.

Похибка не перевищує кроку квантування. З цієї точки зору крок квантування треба зменшувати. Але з малим кроком квантування швидкість зміни ступінчастого сигналу на виході інтегратора невелика. На інтервалах часу, де стрімкість кодового сигналу велика, різниця між неперервним і ступінчастим сигналами велика, і похибка різко збільшується. Це називається *перевантаженням*. Якщо сигнал постійний, то система відслідковує рівень сигналу, формуючи по черзі позитивні та негативні імпульси.

З метою усунення перевантажень необхідно, щоб приріст сигналу  $S(t)$  за період дискретизації не перевищував кроку квантування. Виконання цієї умови вимагає збільшення частоти дискретизації. Для передавання телефонних повідомлень частота дискретизації повинна бути 150 ... 200 кГц.

## 5.2 Лабораторний макет для експериментального дослідження

Віртуальний лабораторний макет являє собою головне вікно. Права частина цього вікна поділена на чотири частини, де показані графіки аналогового, оцифрованого, модульованого та демодульованого сигналів. В лівій частині – параметри досліджуваних сигналів.

## 5.3 Порядок виконання роботи

1. Увімкнути макет «Дельта-модуляція». У лівій частині цього вікна вибрати дельта-модуляцію.

2. Виставити частоту дискретизації 10000 Гц, перші значення частоти сигналу й амплітуди відповідно до варіанту завдання (табл. 5.1) і натиснути клавішу «Встановити».

Таблиця 5.1 - Варіанти завдань

Варіант	1	2	3	4	5	6
Частота сигналу, Гц	50	75	100	125	150	175
	200	300	400	500	600	700
Амплітуда сигналу, В	5	6	7	8	9	10
	50	60	70	80	90	100

Замалювати графіки для кожного типу вхідного сигналу (синусоїди, прямокутного та трикутного). Записати для кожного

випадку величину середньої похибки (видається внизу цієї частини вікна).

3. Виставити друге значення частоти сигналу і повторити п. 2.
4. Виставити друге значення амплітуди сигналу і повторити п. 3.
5. Вимкнути головне вікно віртуального макету.

#### **5.4 Зміст звіту**

1. Мета роботи.
2. Послідовність перетворень у випадку дельта-модуляції.
3. Зняті характеристики для трьох форм вхідного сигналу при 2-х значеннях його частоти і амплітуди.

#### **5.5 Контрольні питання**

1. Що таке модуляція?
2. Які бувають методи імпульсної модуляції?
3. Що являє собою дельта-модуляція? В чому її переваги і недоліки?
4. За рахунок чого можна підвищити швидкість передавання інформації?
5. Як впливає на величину середньої похибки амплітуда і частота сигналу?