

УДК 519.6

В. В. Сумко; Я. В. Литвиненко, д.т.н., проф.

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ ЦИКЛІЧНИХ СИГНАЛІВ ЯКІ ВРАХОВУЮТЬ РИТМ (РИТМІЧНУ СТРУКТУРУ)

UDC 519.6

V. V. Sumko; I. V. Lytvynenko, Dr., Prof.

REVIEW OF CYCLIC SIGNAL MODELS THAT ACCOUNT FOR RHYTHM (RHYTHMIC STRUCTURE)

Ритмічна структура циклічних сигналів визначає внутрішню організацію та закономірності повторюваних змін параметрів сигналу у часі (дискретна характеристика). Вона є ключовою характеристикою для їх аналізу, дозволяючи ідентифікувати природу процесу, оцінювати якість сигналу та прогнозувати його динаміку. Поруч з ритмічною структурою використовують поняття ритму циклічних сигналів.

Ритм циклічних сигналів - це характеристика, що визначає повторювану природу сигналів у часі (неперервна характеристика). Такий ритм може бути властивий як природним процесам (серцевий ритм, добові ритми), так і штучним системам (годинники, генератори сигналів). Оскільки це важлива характеристика циклічних сигналів тому розглянемо математичні моделі які їх описують.

Дана теза стосується огляду математичних моделей циклічних сигналів які дозволяють врахувати ритм (ритмічну структуру).

Математичні моделі, які враховують ритм циклічних сигналів, широко застосовуються в різних галузях науки і техніки. Вони дозволяють аналізувати, прогнозувати та описувати динаміку періодичних та циклічних процесів. Розглянемо основні підходи та моделі:

- Гармонічний аналіз (синусоїдальні моделі). Періодичний сигнал може бути описаний як сума синусоїдальних компонентів за допомогою ряду Фур'є, проте така модель дозволяє врахувати лише постійний ритм;

- Диференційні рівняння. Лінійні осцилятори та згасаючі коливання. Моделі які також не дозволяють врахувати змінний ритм.

- Автоколивальні системи. Сюди входить, наприклад, модель рівняння Ван дер Поля (Модель нелінійного осцилятора з саморегуляцією). Ця модель використовується для моделювання серцевих ритмів, нейронної активності та інших біологічних ритмів.

- Стохастичні моделі. В цю категорію входить багато математичних моделей які дозволяють врахувати випадковість форми та в деяких випадках змінність ритму (циклічний випадковий процес з подвійною стохастичністю).

- Моделі фазового портрету (динамічні системи). Такі моделі описують траєкторії коливань у фазовому просторі, наприклад, для маятника чи біологічних ритмів.

Мережеві моделі та теорія графів. Для аналізу складних взаємодій ритмічних сигналів у мережах (наприклад, в нейронних мережах). Наприклад, модель рівняння Куромото використовується для моделювання синхронізації.

- Фрактальні моделі. Для сигналів із ритмами, що демонструють масштабовану структуру (наприклад, для фінансових ринків чи біоритмів):

Математичні моделі для опису ритму є надзвичайно різноманітними і можуть бути адаптовані до конкретного сигналу з певним рядом припущень. Проте використання математичної моделі для моделювання різних циклічних сигналів з врахуванням, як постійного так і змінного ритму лишається відкритим для подальших наукових досліджень.