

УДК 621.391.822

Шелемаха В.В., студент гр. ПГ-71, к.т.н., доц. Цибульник С.О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

ОГЛЯД КОЛЬОРОВИХ ШУМІВ

Анотація. Обробка сигналів є важливим етапом процесу вимірювання, оскільки усі виміряні сигнали містять шумові складові. Враховуючи велике різноманіття джерел шуму, не можна відразу чітко визначити його природу і обрати для обробки виміряного сигналу правильний метод. Тому в даній роботі проводиться огляд основних видів кольорового шуму та наводиться перелік можливих джерел, які його викликають. Знання природи шумових процесів дозволить дослідникам більш правильно обирати методи обробки сигналів чи проводити фільтрацію лише певного частотного діапазону.

Ключові слова: сигнал, обробка сигналів, кольоровий шум, вимірювання.

ВСТУП

Сигнал [1] – це інформаційна функція, яка несе повідомлення про фізичні властивості, стан або поведінку будь-якої фізичної системи, об'єкта чи середовища. Метою обробки сигналів можна вважати визначення певної інформації, яка міститься в сигналі і її перетворення в форму, зручну для сприйняття і подальшого використання. Сигнал можна класифікувати за різними показниками [2]: за розмірністю, за безперервністю, за видом математичної моделі.

Уся класифікація сигналів робиться для того щоб застосовувати ті або інші маніпуляції з сигналом. Найчастіше сигнали отримують у процесі вимірювання. Вимірювання потрібні для того [3], щоб обробляти, зберігати і перетворювати сигнал у найбільш зручну для сприйняття форму. Вимірюватися можуть різні величини в залежності від вхідних параметрів, наприклад, час, частота, сила струму та інші. Майже завжди результати вимірювань окрім корисної складової містять також певний вимірювальний шум, який спотворює сприйняття реального фізичного процесу.

КОЛЬОРОВИЙ ШУМ

Істинне значення сигналу може змінюватися в часі. Дуже часто не можна побачити справжнього сигналу, а все, що можна виміряти – це сигнал з шумом або наближене розрахункове значення. При цьому існує дуже багато різних видів шуму.

Шуми [4] є важливою проблемою в науці і техніці оскільки вони визначають нижні межі, як щодо точності будь-яких вимірювань, так і по відношенню до величини сигналів, які можуть бути оброблені засобами електроніки. Шум є різним за частотою, яка визначає його, так званий, колір[5]. Загалом [6], джерелом шуму може бути все навколо: це може бути голос людини, що сидить поруч у кінотеатрі, автомобіль що проїжджає поруч, тощо. У загальному випадку шум є випадковим: знання однієї частини сигналу майже нічого не говорить вам про майбутній стан сигналу.

Один з найбільш використовуваних видів інформаційного шуму називається білим шумом за аналогією з білим світлом, яке являє собою однорідну суміш всіх можливих кольорів. У частотному аналізі, який часто використовується при обробці сигналів, білий шум являє собою однорідну

суміш випадкової енергії на кожній частоті. Цей шум ще називають білий гаусівський шум (англ. White Gaussian Noise) [7]. Адитивний білий гаусівський шум – це базова модель шуму, використовувана в теорії інформації для імітації ефекту багатьох випадкових процесів, що відбуваються в природі. Адитивний, тому що додається до будь-якого шуму, який може бути притаманний інформаційній системі. Білий через те, що він має рівномірну потужність у смузі частот інформаційної системи, а назва «гаусівський», тому що він має нормальний розподіл в часовій області із середнім значенням часової області – нуль. Широкосмуговий шум проявляється від багатьох природних джерел, таких як: теплові коливання атомів в провідниках, від небесних джерел, тощо. У техніці не існує ідеального білого шуму, тому будь-який виміряний шум прийнято називати кольоровим.

У звуці найбільш поширеним кольором є «рожевий шум». І білий, і рожевий шум містять всі частоти, які можна почути людині – від 20 до 20 000 герц, – але спосіб розподілу потужності їх сигналу між цими частотами відрізняється. Білий шум має однакову потужність на всіх частотах, тоді як потужність рожевого шуму зменшується зі збільшенням частоти. У результаті низькі частоти рожевого шуму голосніші і сильніші, ніж високі частоти. Однак більшість людей сприймають звук рожевого шуму як рівний або плоский, тому що він має однакову потужність на октаву.

Рожевий шум виникає в ряді природних систем, включаючи щоденні ритми серцебиття, яскравість квазара і транспортний потік. Що стосується додатків, рожевий шум часто використовується для тестування і вирівнювання акустичних систем в кімнатах і аудиторіях. В останні роки рожевий шум також став популярним в ділових умовах – шум може маскувати низькочастотний фоновий звук, потенційно допомагаючи підвищити продуктивність і концентрацію співробітників.

Коричневий шум – один з багатьох кольорів шуму, який також включає білий шум, рожевий шум і синій шум. Однак коричневий шум отримав свою назву не від кольору – він фактично названий на честь ботаніка Роберта Брауна, який відкрив броунівський рух (випадковий рух частинок) в 1800-х роках. Коричневий шум має ще більш сильний зсув енергії в бік низького спектру.

Синій шум, який іноді називають високочастотним білим шумом, являє собою колір шуму зі спектральною щільністю, яка пропорційна його частоті. Це означає, що потужність і енергія сигналу зростають зі збільшенням частоти. Іншою відмінною рисою синього шуму є те, що кожна наступна октава збільшується на три децибела – це призводить до того, що кожна октава упаковує стільки ж енергії, скільки дві октави під нею разом узяті. Оскільки синій шум зміщений в сторону більш високих частот, він звучить як пронизливе шипіння без будь-яких басів. У звукових програмах синій шум використовується для дизерінгу – процесу, при якому шум додається до доріжки, щоб згладити звук і зменшити гучність спотворень.

Фіолетовий шум збільшується зі швидкістю 6 дБ на октаву. Це свого роду диференційований шумовий сигнал з певною траєкторією. У результаті це може бути корисним для блокування деяких високочастотних звуків, пов'язаних з

шумом у вухах або деякими видами втрати слуху. Деяким слухачам фіолетовий шум може здаватися схожим на інші види спектрального шуму, наприклад, як звук відкритого крана з водою. В інформаційних технологіях фіолетовий шум може використовуватися для того ж самого процесу, як і у випадку з синій шумом – дизерінгу. В апаратному забезпеченні фіолетовий шум також може використовуватися в звуковому устаткуванні або допоміжному обладнанні для сну, наприклад, у високоякісних акустичних системах або в медичних пристроях.

ВИСНОВКИ

У даній статті розглянуто основні види кольорового шуму: надано їх опис, відмінності між собою та вказано області виникнення чи застосування. Загалом, всі шумові сигнали мають паралелі в області оптичного спектру.

У подальшому планується провести ряд досліджень і визначити яким чином наявність кольорового шуму різної потужності впливає на характеристики апроксимованого сигналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы (3-е изд., перераб. и доп). М.: Высшая школа, 2000, 462 с.
- [2] Классификация сигналов. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://studme.org/285792/tehnika/klassifikatsiya_signalov (дата звернення: 25.04.2021).
- [3] An Introduction to Statistical Signal Processing. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://ee.stanford.edu/~gray/sp.pdf> (дата звернення: 25.04.2021).
- [4] Шум (обработка сигнала) - Noise (signal processing). [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://ru.other.wiki/wiki/Noise_\(signal_processing\)](https://ru.other.wiki/wiki/Noise_(signal_processing)) (дата звернення: 25.04.2021).
- [5] What Is Noise? [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.livescience.com/> (дата звернення: 25.04.2021).
- [6] Почему измерения во временной и частотной областях не совсем одно и то же. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://community.keysight.com/community/keysight-blogs/russia/blog/2018/09/04/почему-измерения-во-временной-и-частотной-областях-не-совсем-одно-и-то-же> (дата звернення: 17.01.2021).
- [7] Additive white Gaussian noise. [Електронний ресурс] Режим доступу: Additive white Gaussian noise - Wikipedia (дата звернення: 25.04.2021).

Наук. керівник – к.т.н., доц. Цибульник С.О.