

ВІДНОВЛЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ МОРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ ВЕКТОРНО-ФАЗОВИМ МЕТОДОМ

Морозов М.С., гр. ТІ-71мп

Науковий керівник - доц., к.т.н. Варава І.А.

КПІ імені Ігоря Сікорського

ВІДНОВЛЕННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ МОРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ

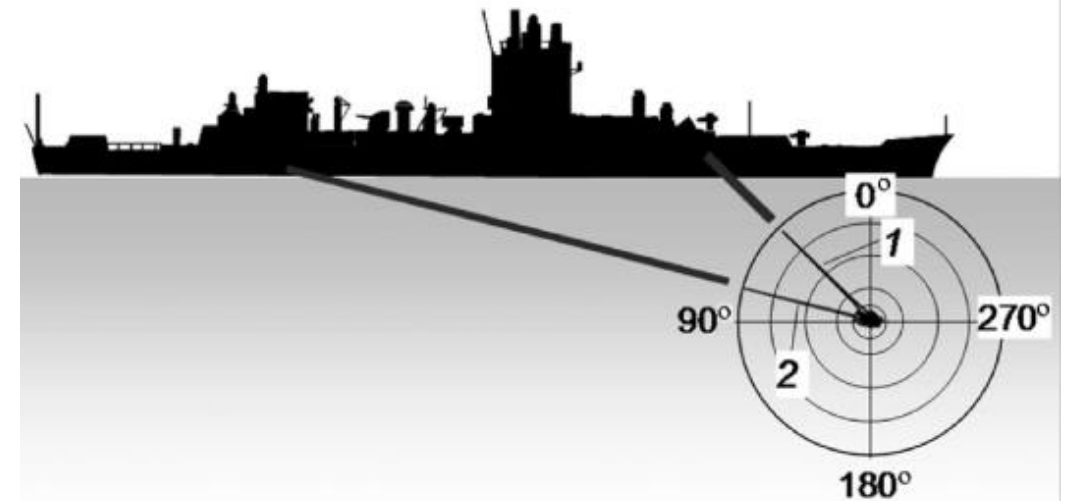
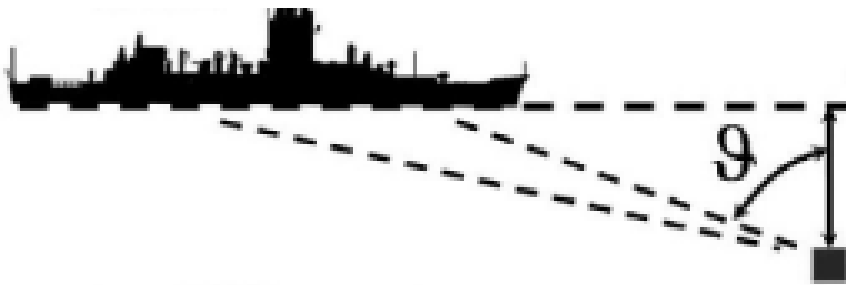
- пасивна локація — шумопеленгування підводного об'єкта за допомогою гідрофона (**доцільно використовувати для маскуваня гідроакустичних станцій**);
- активна локація — використання відбитого або розсіяного підводним об'єктом сигналу, випроміненого у його бік гідролокатором.

Система, що розробляється:

- на вхід отримує аудіофайл у форматі .wav, що містить гідроакустичний сигнал з гідрофона;
- розраховує для кожного джерела сигналів послідовність координат місцезнаходження у тривимірному просторі;
- на виході будує траєкторію руху цих джерел.

КОНЦЕПЦІЯ ВЕКТОРНО-ФАЗОВИХ МЕТОДІВ

- реєстрація в фіксованих точках простору поля тиску P (скалярна складова) та його градієнта (або просторові канали швидкості коливань) V_x, V_y, V_z (векторна складова);
- застосування до отриманих вимірів векторно-фазових перетворень;
- отримання частот входних сигналів та азимутів їх джерел у сферичній системі координат



ВЕКТОРНО-ФАЗОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ

$$J = \frac{1}{2} PV = \frac{P^2}{2\rho c}$$

$$W = \frac{1}{T} \int_0^T P(t)V(t)dt$$

$$W_i = PV_i \cos \Delta\varphi_{PV}$$

$$W_{\text{іспектр}} = PV_i^*$$

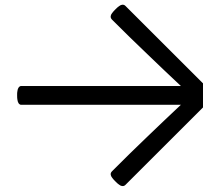
$$\frac{P^2}{(V_x^2 + V_y^2 + V_z^2)} = (\rho c)^2$$

$$\rho c V_x = \sum_{i=1}^N P_i \cos \varphi \sin \vartheta e^{j(\omega t + \alpha_i)}$$

$$\rho c V_y = \sum_{i=1}^N P_i \sin \varphi \sin \vartheta e^{j(\omega t + \alpha_i)}$$

$$\rho c V_z = \sum_{i=1}^N P_i \cos \vartheta e^{j(\omega t + \alpha_i)}$$

$$P = \sum_{i=1}^N P_i e^{j(\omega t + \alpha_i)}$$



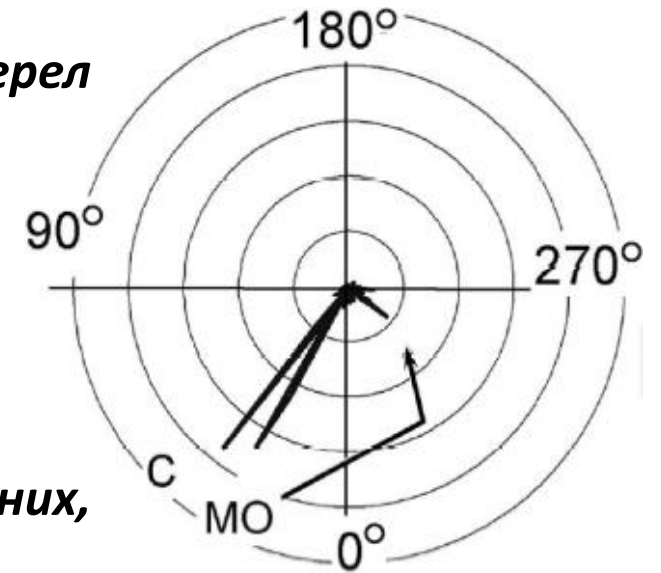
$$\tan \varphi_i = \sqrt{\frac{V_{iy}^2}{V_{ix}^2}}$$

$$\tan \vartheta_i = \sqrt{\frac{V_{ix}^2 + V_{iy}^2}{V_{iz}^2}}$$

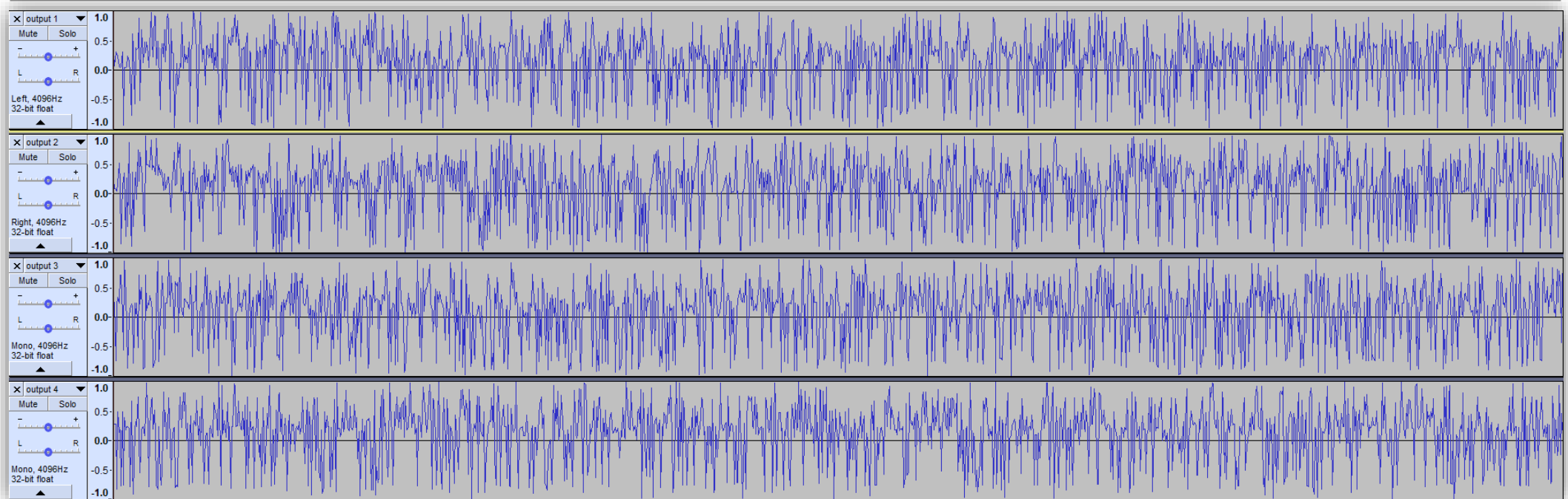
(N – кількість джерел)

МЕТОД РОЗРАХУНКУ ВЗАЄМНИХ СПЕКТРІВ

- Частотний спектр $\{P, V_x, V_y, V_z\}$
- групування за різницею частот для визначення кількох джерел
- горизонтальний азимут $\vartheta_1 = \arctg |PV_y|/|PV_x|$
- групування за квадрантом азимуту ($<\pi/2, <\pi, <3\pi/2, <2\pi$)
- вертикальний азимут $\vartheta_2 = \arctg (\sqrt{V_x*V_x+V_y*V_y})/|V_z|$
- ❖ на кожному кроці необхідно застосовувати статистичні методи для відсіювання супутнього шуму – виключення даних, що перевищують дисперсію в кілька разів, усереднення проведених обчислень
- ❖ Взаємний енергетичний спектр $W_i=PV_i^*$ дає змогу залишити лише когерентні значення, що належать до джерел, відсіявши некогерентні значення від джерел шуму



ОБРОБКА ВХІДНИХ СИГНАЛІВ



Алгоритм приймає чотирьохканальний звуковий файл, що містить гідроакустичний сигнал з гідрофона. Система отримує з файлу чотири масиви даних — акустичний тиск і три канали коливальної швидкості протягом часу запису. Отримані дані обробляються алгоритмом із заданим квантуванням.

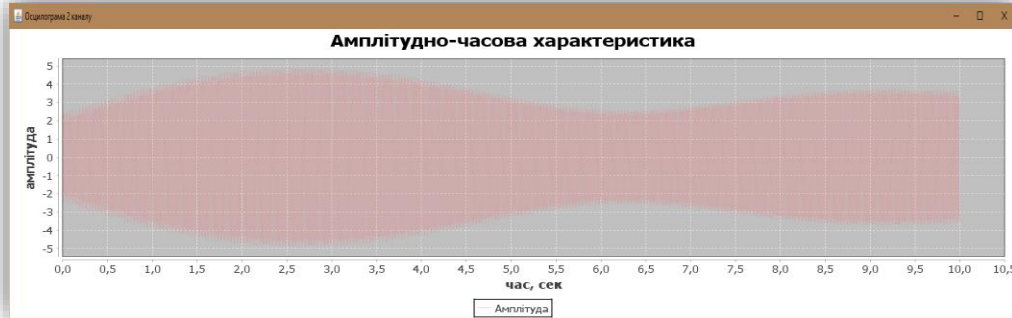
ДІАГРАМА ПОСЛІДОВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ

Схема роботи програмного продукту



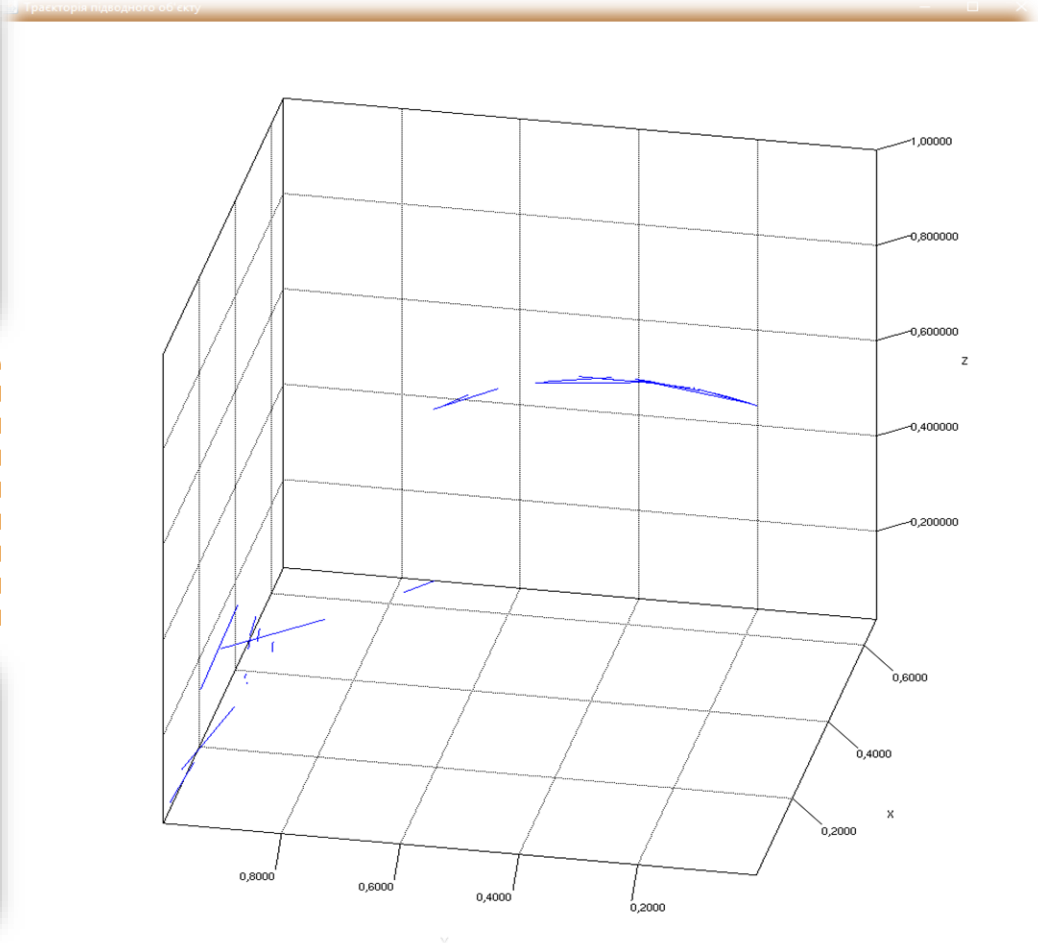
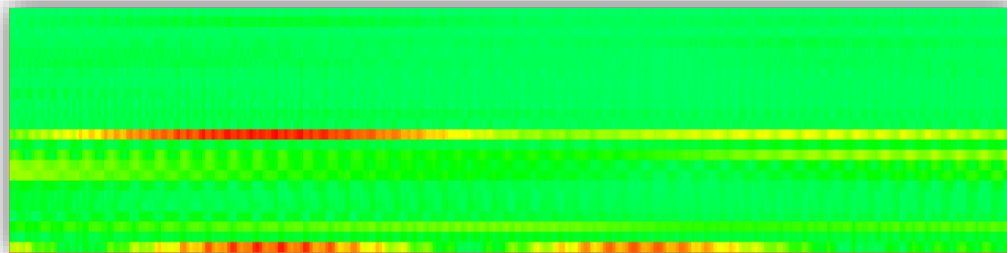
ВІЗУАЛЬНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ

За отриманими азимутами будується положення тіла у просторі в певні моменти часу.



$$\begin{aligned}x &= \sin\theta \cos\varphi \\y &= \sin\theta \sin\varphi \\z &= \cos\theta\end{aligned}$$

Спектрограма:



ВИСНОВКИ

- Розроблено програмний продукт, що оброблює гідроакустичні сигнали та відновлює траєкторію руху морських об'єктів з метою їх подальшого аналізу.
- Для підвищення точності побудови траєкторії, супутні шуми, що певною мірою впливають на гідроакустичний сигнал, фільтрують за допомогою розрахунку взаємного спектру та застосування статистичних методів.
- В інтерфейсі продукту надано налаштування для регулювання параметрів обробки з метою проведення досліджень із різними наборами параметрів

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

КИЇВ 2018

КАФЕДРА АПЕПС

