

**Zadanie nr 2 - Próbkowanie i  
kwantyzacja**  
Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów

Julia Szymańska, 224441      Przemysław Zdrzałik, 224466

21.04.2021r.

# 1 Cel zadania

Celem ćwiczenia jest budowa programu umożliwiającego wykonanie procesu konwersji analogowo-cyfrowej (A/C) i cyfrowo-analogowej (C/A) sygnałów. W programie dostępna jest:

- Konwersja A/C - próbkowanie równomierne
- Konwersja A/C - kwantyzacja:
  - Kwantyzacja równomierna z obcięciem
  - Kwantyzacja równomierna z zaokrągleniem
- Konwersja C/A - rekonstrukcja sygnału:
  - Ekstrapolacja zerowego rzędu
  - Interpolacja pierwszego rzędu
  - Rekonstrukcja w oparciu o funkcję sinc

W programie możliwe jest również porównanie sygnału zrekonstruowanego z sygnałem oryginalnym, w tym celu obliczane są cztery miary:

- Błąd średniokwadratowy - MSE
- Stosunek sygnał - szum - SNR
- Szczytowy stosunek sygnał - szum - PSNR
- Maksymalna różnica - MD

## 2 Wstęp teoretyczny

W programie konwersje oraz miary do porównania sygnałów są obliczane na podstawie wzorów znajdujących się w instrukcji do zadania drugiego na platformie Wikamp [1].

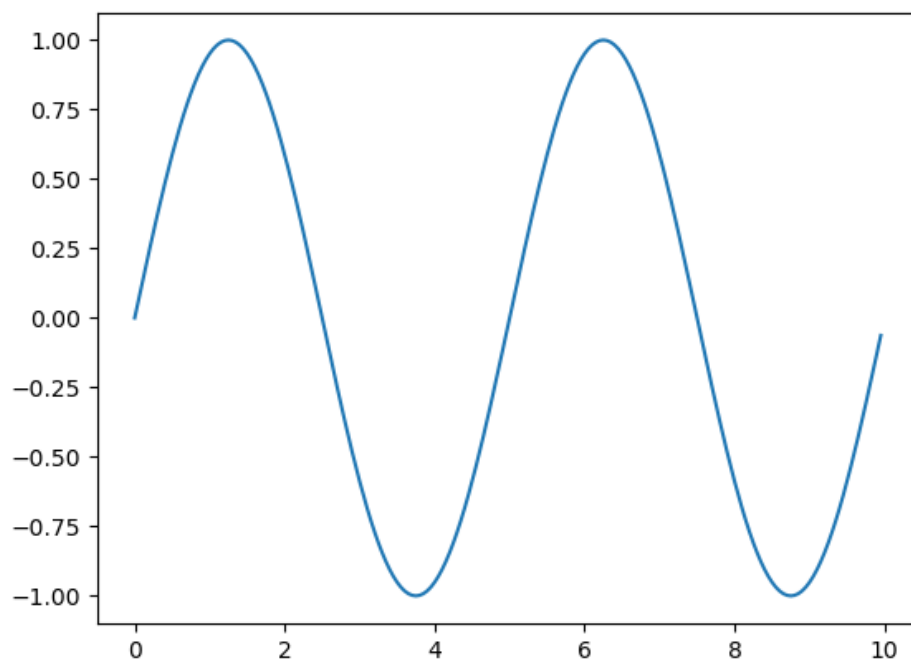
## 3 Eksperymenty i wyniki

### 3.1 Eksperyment nr 1 - Sygnał sinusoidalny Probkowanie

W pierwszym eksperymencie analizujemy sygnał sinusoidalny. Wykonaliśmy próbkowanie na wygenerowanym sygnale, a następnie dokonaliśmy rekonstrukcji sygnału każdą z metod.

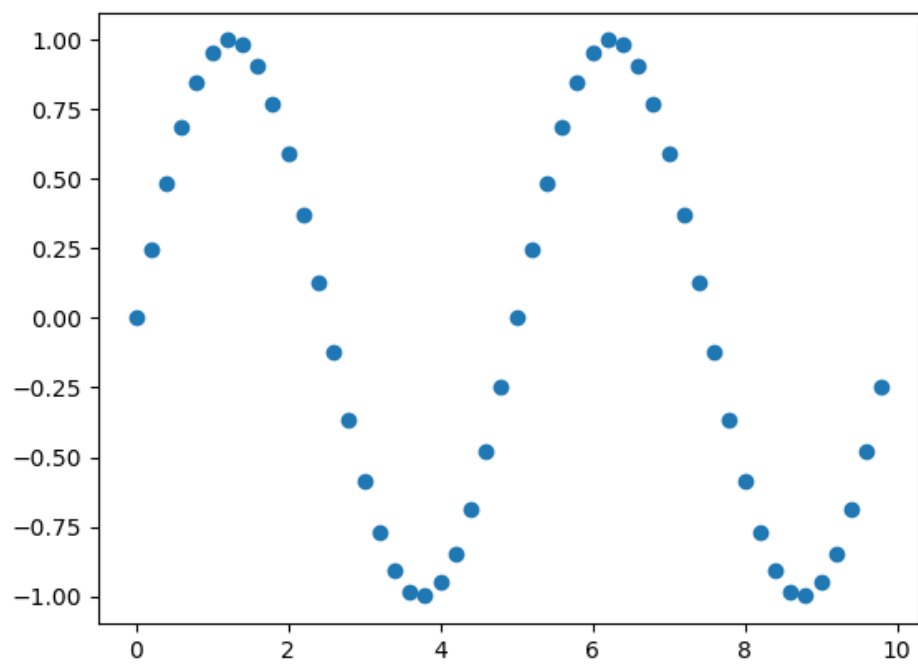
Tabela 1: Parametry wejściowe dla pierwszej wstępnej klasyfikacji.

Czas Początkowy	Czas Trwania	Amplituda	Okres	Częstotliwość	Próbkowania
0	10	1	5		5

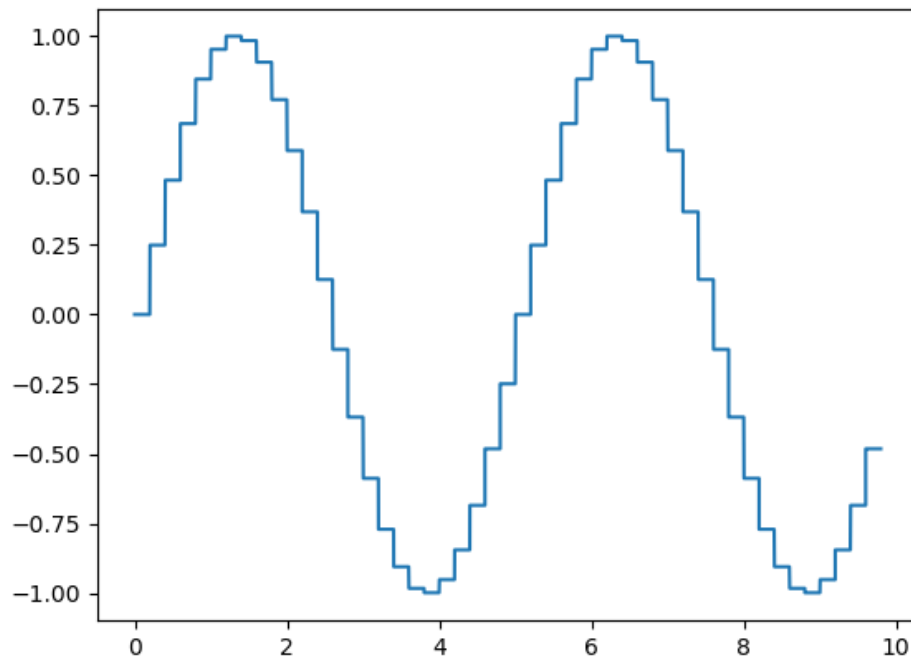


Rysunek 1: Oryginalny wygenerowany sygnał

### 3.1.1 Probkowanie



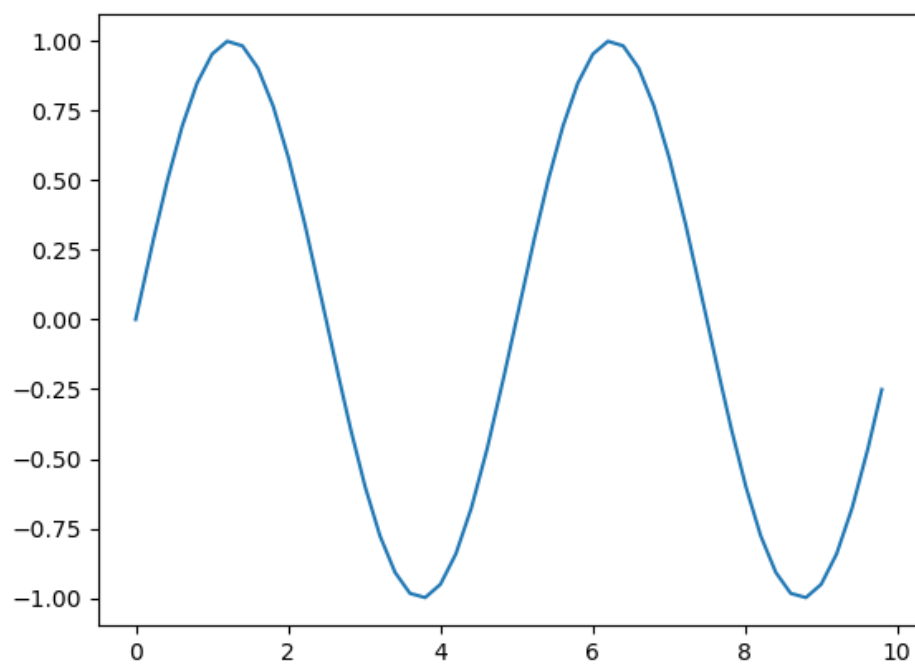
Rysunek 2: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



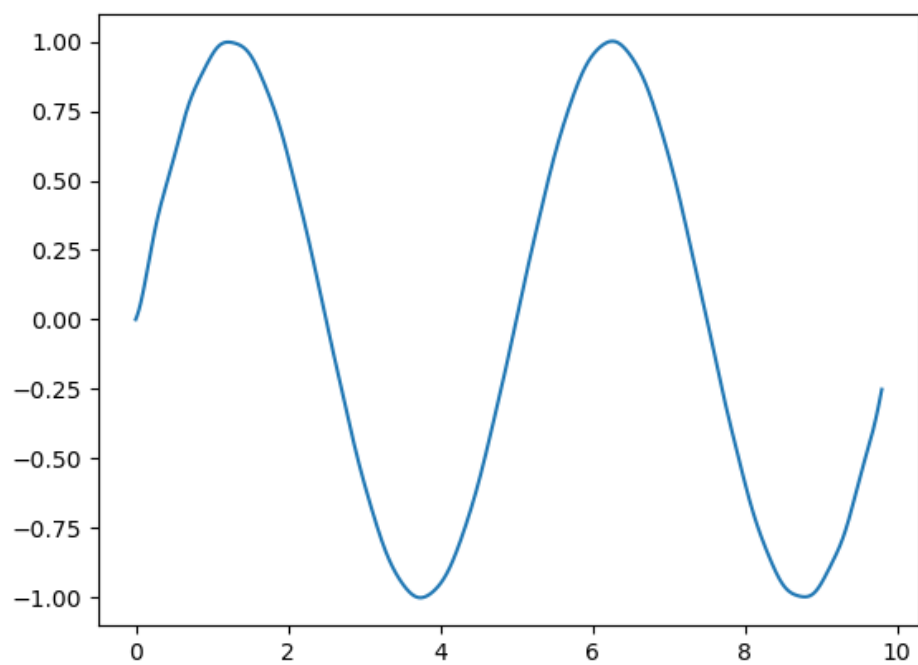
Rysunek 3: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.

Tabela 2: Miary podobieństwa sygnału sinusoidalnego i rekonstrukcji metodą ekstrapolacji zerowego rzędu

<b>MSE</b>	<b>SNR</b>	<b>PSNR</b>	<b>MD</b>	<b>ENOB</b>
0,009	17,506	20,517	0,203	2,616

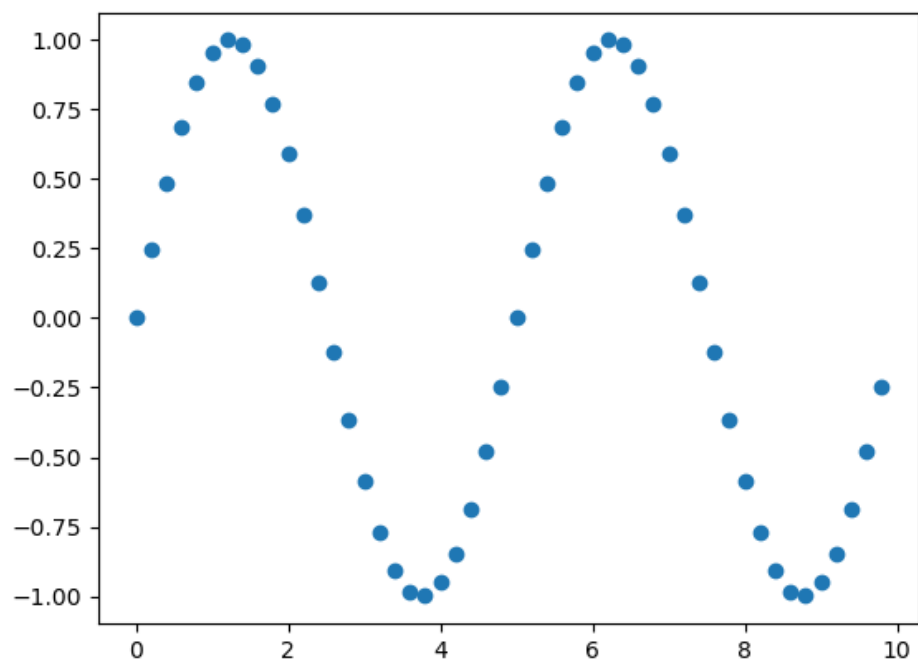


Rysunek 4: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacją pierwszego rzędu.



Rysunek 5: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

### 3.1.2 Kwantowanie



Rysunek 6: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania

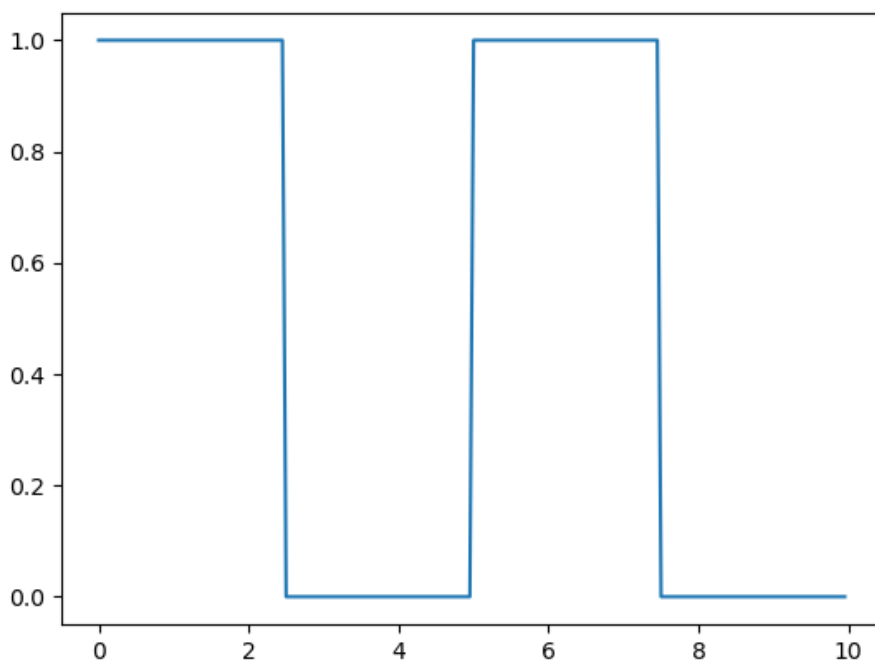


### 3.2 Eksperyment nr 2 - Sygnał sinusoidalny Kwantyzacja

W drugim eksperymencie analizujemy sygnał prostokątny. Wykonaliśmy kwantyzację na wygenerowanym sygnale, a następnie dokonaliśmy rekonstrukcji sygnału każdą z metod.

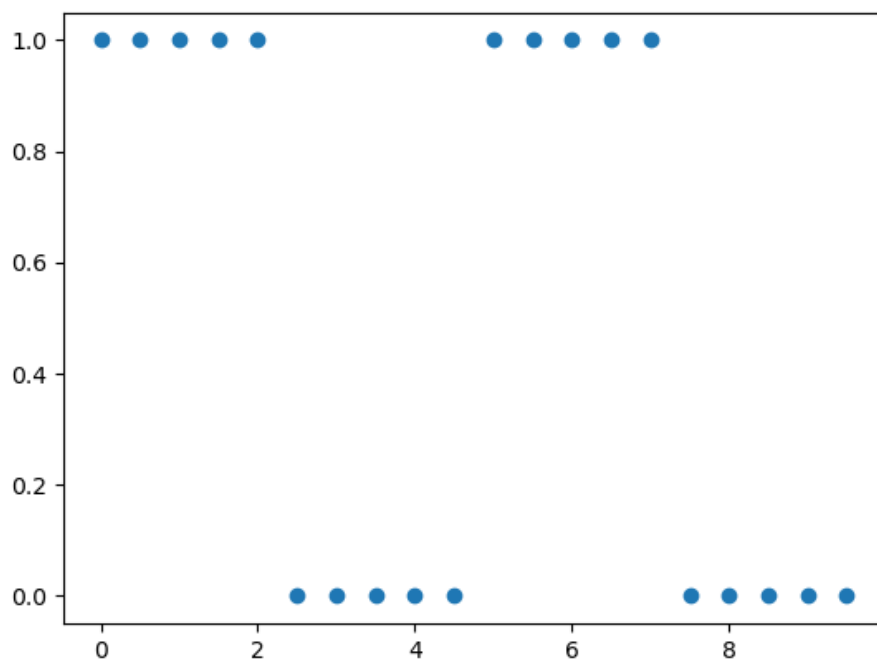
Tabela 3: Parametry wejściowe dla drugiej wstępnej klasyfikacji.

Czas Początkowy	Czas Trwania	Amplituda	Okres	Częstotliwość	Próbkowania
0	10	1	5		2

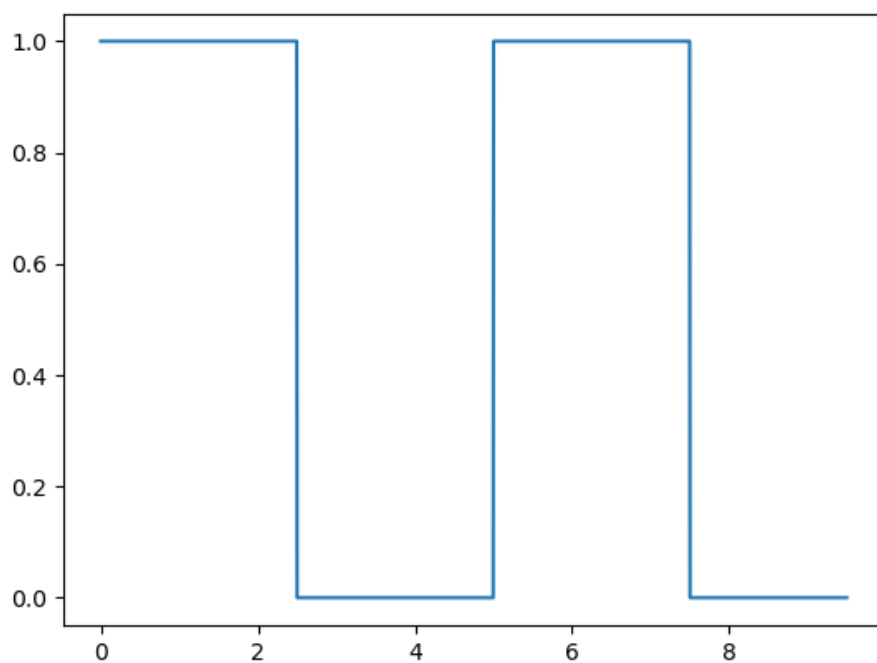


Rysunek 7: Oryginalny wygenerowany sygnał

### 3.2.1 Probkowanie



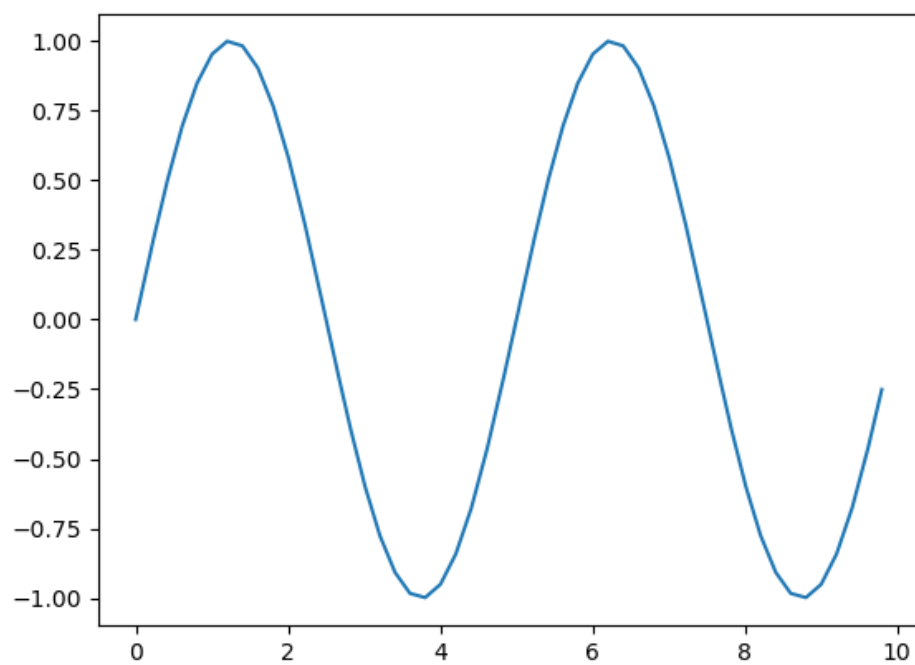
Rysunek 8: Wykres sygnału po wykonaniu próbkowania



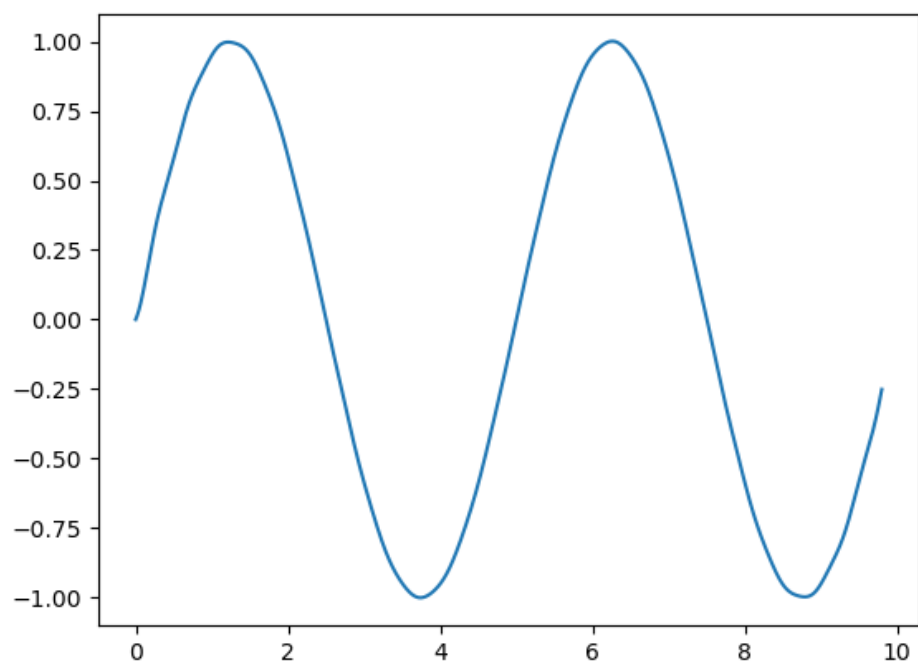
Rysunek 9: Wykres sygnału funkcji prostokątnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą ekstrapolacji zerowego rzędu.

Tabela 4: Miary podobieństwa sygnału prostokątnego i rekonstrukcji metodą ekstrapolacji zerowego rzędu

<b>MSE</b>	<b>SNR</b>	<b>PSNR</b>	<b>MD</b>	<b>ENOB</b>
0,004	21,249	24,260	0,0	3,237



Rysunek 10: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą interpolacją pierwszego rzędu.



Rysunek 11: Wykres sygnału funkcji sinusoidalnej po próbkowaniu i następnym zrekonstruowaniu metodą Rekonstrukcji w oparciu o funkcję sinc.

## 4 Wnioski

Zbudowany program umożliwia generację wybranych sygnałów, wyświetlenie ich parametrów, wykresów, a także histogramów, zapis/odczyt ich do/z plików, a także wykonanie operacji na dwóch zapisanych do plików sygnałach. Wygenerowane sygnały zgadzają się z przewidywanymi wynikami. Program działa poprawnie, cel zadania został osiągnięty.

## Literatura

- [1] Wikamp, Instrukcja do zadania pierwszego, Dostępny w: [https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/13449/mod\\_resource/content/0/zadanie2.pdf](https://ftims.edu.p.lodz.pl/pluginfile.php/13449/mod_resource/content/0/zadanie2.pdf)