

## ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГРУППИРОВКИ ЧИСЛОВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ НА КОЭФФИЦИЕНТ КОРРЕЛЯЦИИ

Королевская Д. Т.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Ролит О. Ч. – канд. техн. наук., доцент, доцент кафедры ПИКС

**Аннотация.** Рассмотрены два основных процесса воздействия на сигнал: модуляция и демодуляция. Показан метод использования взаимной корреляции для детектирования сигналов. Сделаны выводы о том, что влияние перегруппировки числовой последовательности на коэффициент корреляции значительно. В предельных случаях, когда отношение длины окна к длине массива сигнала равно 1, значения коэффициента корреляции разнятся примерно на 10%.

**Ключевые слова:** коэффициент корреляции, модуляция, детектирование, сигнал

**Введение.** В наше время цифровая обработка сигналов является многообещающим направлением развития современной науки и техники. Именно поэтому с каждым днём появляется всё больше методов анализа и обработки цифровых сигналов.

В данной статье автором показано, что при увеличении характеристик перегруппировки числовой последовательности значение коэффициента корреляции лежат в большом диапазоне. Это в свою очередь может значительно повлиять при сравнении сигналов [1].

**Основная часть.** В ходе работы необходимо решить следующее задачи:

- рассмотреть метод детектирования сигнала для поставленных условий;
- определить какие характеристики перегруппировки числовой последовательности будут влиять на коэффициент корреляции.

Рассмотрено использование взаимной корреляции для детектирования и оценки периодических сигналов в шуме. Сигнал, спрятанный в шуме, можно оценить, найдя его взаимную корреляцию с настраиваемым шаблонным (“эталонным”) сигналом. Шаблон настраивается методом проб и ошибок с использованием любых предварительных знаний, пока функция взаимной корреляции не достигнет максимального значения [2].

Оценка сигнала методом подбора шаблона иногда удобна, например, когда форма сигнала приблизительно известна, но есть и более научный подход, который может быть предпочтительнее. В этом методе вначале оценивается период сигнала через автокорреляционную функцию зашумленного сигнала, а затем находится взаимная корреляция зашумленного сигнала с периодической серией импульсов, период которой равен периоду сигнала. Получающаяся в результате функция взаимной корреляции считается оценкой сигнала.

Таким образом, сигнал, затерянный в зашумленном сигнале, можно оценить следующим образом:

- 1) найти автокорреляцию сигнала и определить его период;
- 2) найти взаимную корреляцию сигнала с периодической серией импульсов, период которой равен периоду сигнала; в ходе этой процедуры серия импульсов смещается вправо относительно сигнала.

Обратной же задачей является выявление влияния перегруппировки числовой последовательности на коэффициент корреляции [3,4].

Опытным путём разработан алгоритм изменения сигнала, заключающийся в том, что количество перестановок зависит от двух величин: коэффициента перестановки и отношения длины окна к длине массива сигнала. Для модулированного сигнала они считаются константами и равны 1 и 0,25 соответственно.

Затем в работе был сгенерирован сигнал.

Сигнал синусоидальной формы (рисунок 1) и модулированный сигнал (рисунок 2).

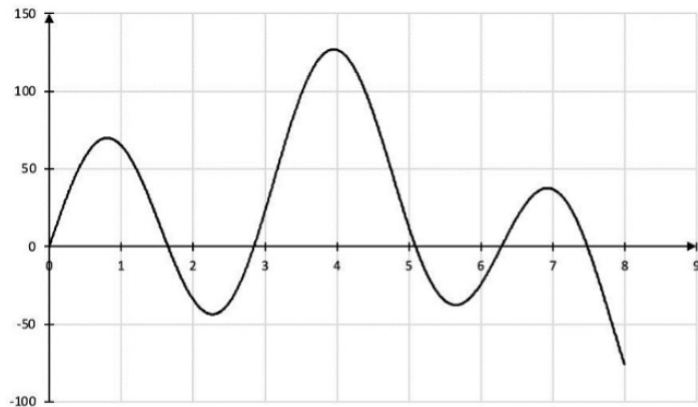


Рисунок 1 – Визуализация сигнала

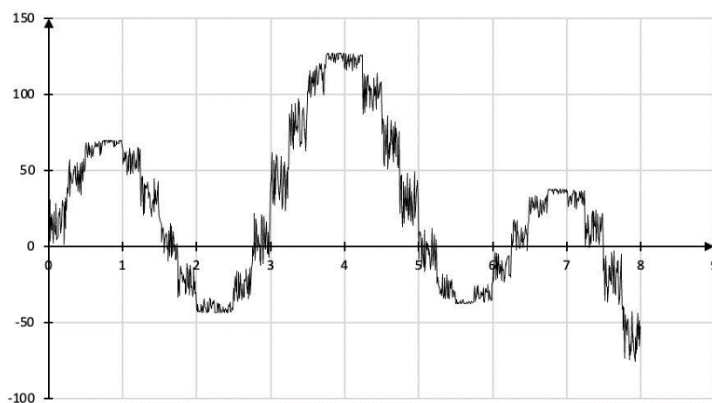


Рисунок 2 – Визуализация преобразованного сигнала

Для обобщения полученных результатов проведен расчёт корреляции при различных значениях коэффициента перестановки и отношения длины окна к длине массива сигнала. Использованы все возможные значения отношения длин, но значений коэффициента выбрано всего 6 (рисунок 3). Этот выбор обусловлен наглядностью результатов.

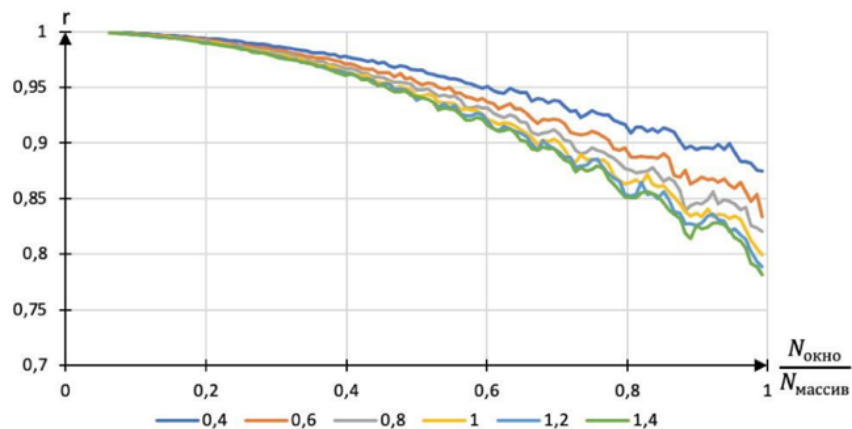


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента корреляции от отношения длины окна к длине массива сигнала при различных коэффициентах перестановки

Как видно из графика, при малом отношении длин, коэффициент перестановки мало влияет на корреляцию. Но при увеличении отношения длин коэффициент перестановки начинает играть значительную роль. В предельных случаях, когда отношение длины окна к длине массива сигнала равно 1, значения коэффициента корреляции разнятся примерно на 10%, что довольно существенно при выявлении схожести сигналов.

**Заключение.** Показан метод использования взаимной корреляции для детектирования и оценки периодических сигналов в шуме. Создана программа, имеющая возможность вывода выборок данных эталонного сигнала, выборок данных преобразованного сигнала и расчёта коэффициента корреляции между ними. Определено, что на коэффициент корреляции между эталонным и модулированным сигналами влияет не только количество перестановок элементов числовой последовательности, но и отношение длины рассматриваемого окна к длине массива [5].

#### **Список литературы**

1. Воробей, Д. А. Корреляционный анализ одномерных массивов / Д. А. Воробей, О. Ч. Ролч. – 2020.;
2. Beauchamp K. G. *Signal Processing Using Analog and Digital Techniques*. London: Allen and Unwin. / K. G Beauchamp. – 1973.;
3. Фаерман, В. А. Корреляционный анализ в методах цифровой обработки сигналов / В. А. Фаерман, В. С. Аврамчук. – 2020.;
4. Албутова Е. В., Шмокин М. Н. Детектирование и коррекция цифровых сигналов для устройств магнитной записи с максимальным правдоподобием / Современные наукоемкие технологии / Е. В. Албутова, М. Н. Шмокин. – 2014. – 84–86 с.;
5. Bell A. J., Sejnowski T. J. An information-maximisation approach to blind separation and blind deconvolution. / A. J. Bell, T. J. Sejnowski. – 1995. – 1129–1159 с.

UDC 303.723

## **THE EFFECT OF REGROUPING A NUMERICAL SEQUENCE ON THE CORRELATION COEFFICIENT**

*Korolevskaya D. T.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Rolich O.Ch. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ICSD*

**Annotation.** Two basic signal influence processes are considered: modulation and demodulation. A method of using mutual correlation for signal detection is shown. It is concluded that the effect of numerical sequence rearrangement on the correlation coefficient is significant. In extreme cases, where the ratio of window length to signal array length is 1, the correlation coefficient values differ about 10%.

**Keywords:** correlation coefficient, modulation, detection, signal.