

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОШИЦЕ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Пам'яті професора
Ю.П. Кунченка*

П Р А Ц І

VI Міжнародної
науково-практичної конференції

"ОБРОБКА СИГНАЛІВ І НЕГАУСІВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ"

24 – 26 травня 2017 р.,
м. Черкаси, Україна

Черкаси



2017

УДК 621.3;681.3;519.2;519.6

СПІВГОЛОВИ ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Маломуж М.Г. екс-голова служби зовнішньої розвідки України,
Кунченко-Харченко В.І. д.т.н., професор, ЧДТУ, президент Благодійного фонду «Наукова школа ім. професора Ю.П. Кунченка»,
Палагін В.В. д.т.н., професор, Черкаський державний технологічний університет
Сікора Л.С. д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка».

ЧЛЕНИ ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ:

Безрук В.М. д.т.н., професор, ХНУРЕ,
Білецький А.Я. д.т.н., професор, НАУ,
Бунін С.Г. д.т.н., професор, НТУУ «КПІ»,
Ващенко В.А. д.т.н., професор, ЧДТУ,
Велев Дімітер Георгієв д.т.н., професор, Університет національного та світового господарства, Софія, Болгарія,
Верлань А.Ф. д.т.н., професор, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова,
Власенко В.О. д.т.н., професор, університет Ополя, Польща,
Возняк М. д.т.н., професор, Технічний університет Острави, Чеська Республіка,
Воробієнко П.П. д.т.н., професор, ректор ОНАЗ,
Гордієнко В.І. д.т.н., с.н.с., заступник генерального директора по науці – головний конструктор ДП НВК «Фотоприлад»,
Долгов Ю.О. д.т.н., професор, Придністровський державний університет ім. Т.Г. Шевченка, Тирасполь, Молдова,
Драган Я.П. д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»,
Дурняк Б.В. д.т.н., професор, ректор Української академії друкарства,
Лега Ю.Г. д.т.н., професор, ЧДТУ,
Лужецький В.А. д.т.н., професор, ВНТУ,
Луценко В.І. д.ф.-м.н., с.н.с., Інститут радіофізики та електроніки ім. А.Я. Усікова НАНУ,
Мандзій Б.А. д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»,
Мархевський С. д.т.н., професор, Технічний університет Кошице, Республіка Словаччина,
Мачуський Є.А. д.т.н., професор, декан НТУУ «КПІ»,
Медиковський М.О. д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»,
Парвіз Алі Зада д.т.н., професор, Університет Окан, Стамбул, Туреччина,
Петренко І.М. заступник директора ТОВ «Навіс-Україна»,
Політанський Л.Ф. д.т.н., професор, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича,
Поповський В.В. д.т.н., професор, ХНУРЕ,
Правда В.І. к.т.н., професор, НТУУ «КПІ»,
Сагатов М.В. д.т.н., професор, Ташкентський державний технічний університет, Узбекистан,
Саліга Я. д.т.н., професор, Технічний університет Кошице, Республіка Словаччина,
Стертен Ю. доцент, керівник проектів OPL, SID, PhD, Норвезький університет науки і технології (NTNU), Норвегія,
Юхар Й. д.т.н., професор, Технічний університет Кошице, Республіка Словаччина;
Шлезінгер М.І. д.ф.-м.н., професор, Міжнародний науково-навчальний центр ЮНЕСКО інформаційних технологій і систем на базі Інституту кібернетики НАН України.

Відповідальний редактор Філіпов В.В., к.т.н., доцент, ЧДТУ.

П70 Праці VI Міжнародної науково-практичної конференції «Обробка сигналів і негаусівських процесів», присвяченої пам'яті професора Ю.П. Кунченка: Тези доповідей. [Електронний ресурс] – Черкаси: ЧДТУ, 2017. – 266 с. – Назва з титульного екрана.

У виданні відображено результати актуальних наукових і прикладних досліджень, пов'язаних із опрацюванням інформації, зокрема, наукової школи професора Ю.П. Кунченка з обробки сигналів і негаусівських процесів, що охоплюють широке коло сучасних аспектів розвитку науково-технічного прогресу: створення математичних моделей сигналів та систем; синтез і аналіз методів та алгоритмів обробки сигналів та статистичних даних; розробка апаратних та програмних засобів опрацювання сигналів та даних; комп'ютерне моделювання.

УДК 621.3;681.3;519.2;519.6

© Автори, 2017

© Макет кафедри радіотехніки та інформаційно-телекомунікаційних систем ЧДТУ, 2017



*Присвячується пам'яті
професора
Юрія Петровича Кунченка*

Математичні моделі сигналів та систем

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ОБРОБКИ СИГНАЛІВ У ЗАСОБАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

Бойко Ю.М.

Хмельницький національний університет

29016, Хмельницький, вул. Інститутська, 11, навчальний корпус №4,

тел. 0679349960, E-mail: boiko_julius @ ukr.net

Для побудови пристрою синхронізації використаємо набір фільтрів які дозволять провести багатозадачну реалізацію узгодженого фільтра при інтерполяції замість окремого поліноміального інтерполяційного фільтра [1]. Таким чином, інтерполяція і узгоджену фільтрацію згорнуті в одну операцію. Поліфазний банк фільтрів також дозволяє легко управляти фазою з метою узгодження частот $1/T_{in}$ і $1/T_i$ [1]. На рис.1 представлена функціональна схема інформаційно-керуючої системи на основі інтерполяційного пристрою системи синхронізації.

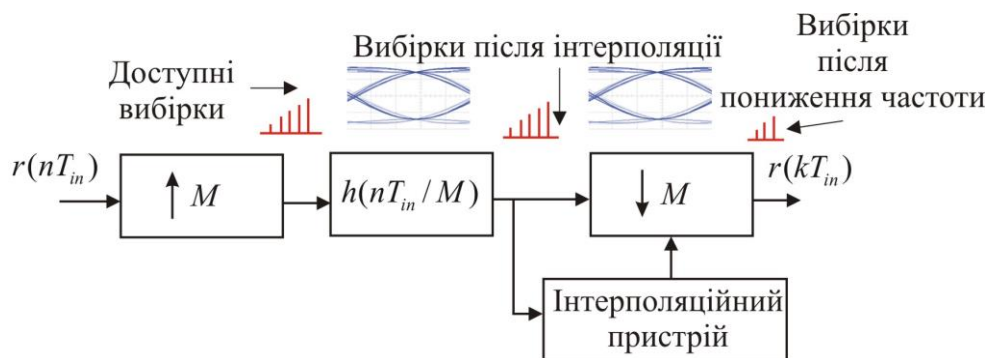


Рис. 1. Схема для здійснення інтерполяції з використанням підвищення частоти дискретизації, фільтрації на високій швидкості і пониження частоти слідування вибірок

Процес роботи такої схеми можна описати наступним чином: послідовність відліків вхідного сигналу $r(nT_{in})$ коригується шляхом зміни частоти дискретизації (M і N) та фаза відновленого комплексного сигналу основної смуги частот відновлюється за N вибірок на символ. Дискретизація послідовності відліків підвищується з коефіцієнтом M після чого утворюється нова послідовність яку позначимо $r(nT_{in} / M)$. Послідовність яка утворюється на виході узгодженого фільтра містить $2L$ символів. Система

управління синхронізацією вибирає приблизно N відліків протягом кожного символного періоду, тоді вихід $y(nT_{in}/M)$ задамо рівнянням:

$$y\left(n\frac{T_{in}}{M}\right) = \sum_{l=-MML}^{MNL} r\left((n-l)\frac{T_{in}}{M}\right)h\left(l\frac{T_{in}}{M}\right), \quad (1)$$

після чого вихідний сигнал понижується за частотою дискретизації для отримання N вибірок на символ, де один із зразків є найближчим до $y(nT_{in} + \tau)$ з можливим розрізненням. У випадку багатофазного розкладання використаємо не всі складові у (1):

$$r\left(n\frac{T_{in}}{M}\right) = \begin{cases} r(nT_{in}), & n = 0, \pm M, \pm 2M, \dots \\ 0 & \text{інші} \end{cases}, \quad (2)$$

де кожен M -тий відлік $r(nT_{in}/M)$ відмінний від нуля для КІХ-фільтра. На момент часу який відповідає високій частоті дискретизації, значення відмінні від нуля збігаються з коефіцієнтами фільтра: $h(-2MT_{in}), h(-MT_{in}), h(0), h(MT_{in}), h(2MT_{in}), \dots$

Результат фільтрації виразимо наступним чином:

$$\sum_{i=-NL}^{NL} r((n-i)T_{in})h\left(\left(i + \frac{m}{M}\right)T_{in}\right) = y\left(\left(n - \frac{m}{M}\right)T_{in}\right). \quad (3)$$

Кожен фільтр з банку фільтрів працює з пониженням частоти дискретизації відліків на виході узгодженого фільтра. Імпульсну характеристику для $h_m(nT_{in})$ представимо наступним чином:

$$h_m(nT_{in}) = h\left(nT_{in} + \frac{m}{M}T_{in}\right). \quad (4)$$

Графічно (2) можна представити рис. 2, де зображено паралельний банк з M фільтрів які працюють при частоті дискретизації $1/T_{in}$. Кожен фільтр з банку фільтрів працює з пониженням частоти дискретизації відліків на виході узгодженого фільтра. Розглянемо особливості архітектури кола керування пристрою синхронізації з використанням поліфазних фільтруючих систем. Архітектура містить чотири основні складові: поліфазний та узгоджений фільтр, детектор часової помилки, петлевий фільтр і контролер. Багатофазний узгоджений фільтр тактується відліками які надходять через

кожні T_{in} секунд. Детектор помилки синхронізації пов'язаний із узгодженим фільтром з виходів якого подаються відліки на поліфазний банк фільтрів кожні T/N секунд і виводить повідомлення про помилку синхронізації кожні T секунд. Детектор помилок синхронізації використовується для приведення в дію фільтра зворотного зв'язку і контролеру контуру, рис.3.

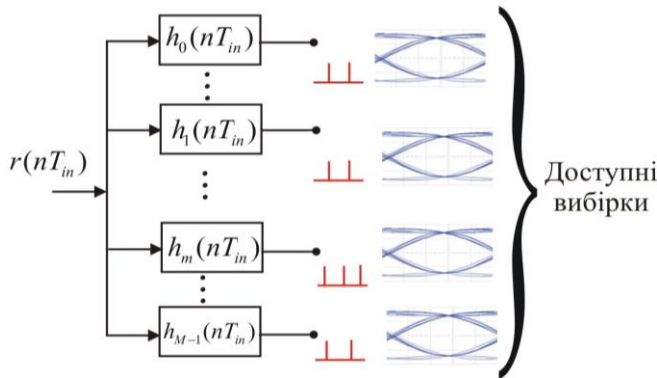


Рис. 2. Схема багатофазної конструкції банку узгоджених фільтрів

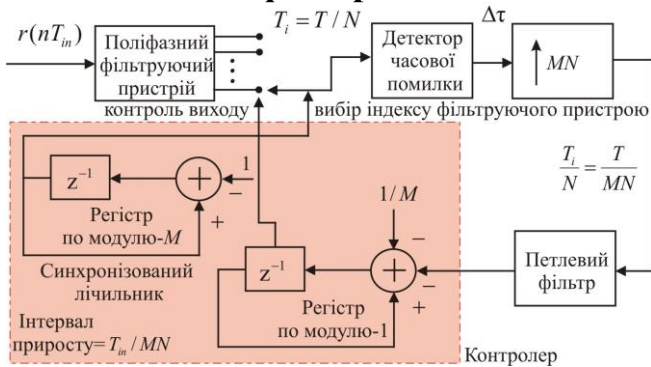


Рис. 3. Схема петлі регулювання пристрою синхронізації який працює за MN вибірками/символ

Результат отриманий для випадку QPSK (рис. 4 та рис. 5), дозволив

отримати значення помилки за констеляційною діаграмою на рівні $\approx 5,5\%$. У випадку багатофазної узгодженої фільтрації пристрій синхронізації не вимагає наявності додаткового інтерполяційного пристрою, знижується складність пристрою синхронізації.

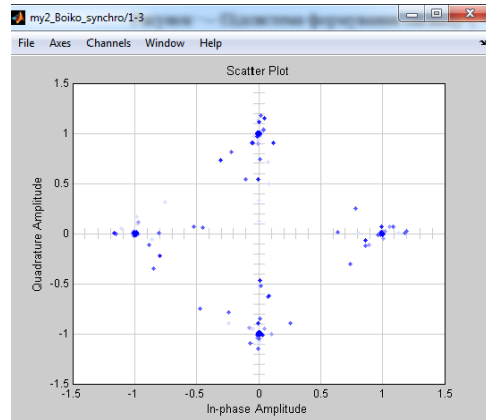


Рис. 4. Констеляційна діаграма в системі синхронізації QPSK

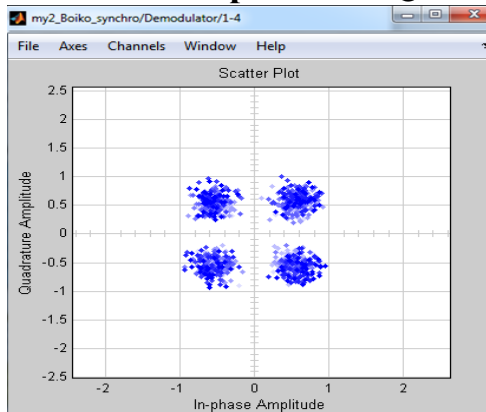


Рис. 5. Констеляційна діаграма відновленого сигналу

[1] Boiko, J. M. (2015) Increasing the noise immunity of signal processing units of telecommunications on the basis of the modified synchronization schemes. Visn. NTUU KPI, Ser. Radiotekh. radioaparatabuduv., no. 61, pp. 91-107. (in Ukrainian) ISSN: 2310-0397.