

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ РАДИОСИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**EXPERIMENTAL STUDY ALGORITHM AUTOMATICALLY DETERMINE THE TYPE OF DIGITAL MODULATION BASED ON WAVELET-TRANSFORMATION**

Глуховской В.В., Клейменов Ю.А., д.т.н.,
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России
Glukhovskoy V.V., Kleymenov Y.A., doctor of Sc.,
FGBI «MSMC» of the Ministry Defense of Russia
e-mail: vnnk2@ Rambler.ru, тел. 8(965)1404509

Представлены результаты применения вейвлет-преобразования в задаче распознавания типов цифровой модуляции радиосигналов. В качестве признаков распознавания предлагается использовать коэффициенты разложения вейвлет-преобразования. Предлагаемый метод обеспечивает высокую вероятность определения типа цифровой модуляции радиосигналов.

The results of the application of wavelet transform in the problem of recognition of types of digital modulation signals. As a sign of recognition is proposed to use the expansion coefficients of the wavelet transform. The proposed method provides a high probability of determining of types of digital modulation signals.

Ключевые слова: автоматическое определение, отношение сигнал-шум.

Keywords: automatic detection, signal to noise ratio.

Литература:

1. **Аззоуз Е., Нанди А.** Автоматическое распознавание сигналов связи. – Бостон: Академическое издательство Кловер, 1996. – 219 с.
2. **Дженкинс Г., Ваттс Д.** Спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1971. – Т.1. – 371 с.
3. **Оппенгейм А., Шафер Р.** Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.
4. **Рабинер, Л, Гоулд Б.** Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М.: Мир, 1978. – 848 с.
5. **Марпл-младший С.Л.** Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990. – 265 с.
6. **Отнес Р., Эноксон Л.** Прикладной анализ временных рядов. – М.: Мир, 1982. – 432 с.
7. **Трахтман А.М.** Введение в обобщенную спектральную теорию сигналов. – М.: Советское радио, 1972. – 352 с.
8. **Германский математический журнал им. Клебшема и Неймана.** О разложении функций

по ортогональной системе типа Хаара. Гёттинген. – 1910, Т.1. – С. 331-371.

9. **Гроссман А.** Разложение функций Харди в квадратично интегрируемые вейвлеты постоянной формы // Связь технической и прикладной математики. – 1984. – Т. 15. – С. 723-736.

10. **Морлет Дж.** Распространение и выбор волн // Геофизика. – 1982. – Т. 47. – С. 203-236.

11. **Маллат С. Г.** Многорезонансные аппроксимации и базисы ортонормальных вейвлетов // Труды Американского Математического общества. – 1989. – Т. 315. – № 1. – С. 69-87.

12. **Коэн А.** Биортогональные базисы используемые в вейвлетах // Связь простой и прикладной математики. – 1992. – Т. 45. – С. 485-560.

13. **Добеши И.** Десять лекций о вейвлетах // Связь технической и прикладной математики. – 1992. – С. 1-16.

14. **Мейер Дж.** Вейвлеты: Алгоритмы и приложения // Связь технической и прикладной математики. – 1993. – С. 5-6.

15. **Глуховской В.В., Клейменов Ю. А.** Формирование библиотеки цифровых модулированных радиосигналов с помощью имитационного моделирования в программной среде MATLAB // Вестник метролога. – 2017. – № 2. – С. 4-9.

16. **Глуховской В.В.** «AMCLab – Научно-исследовательская программа по автоматическому определению типа цифровой модуляции». Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016618585 от 02.08.2016 г. РОСПАТЕНТ

17. **Глуховской В.В.** Разработка быстрого алгоритма автоматического распознавания цифровой модуляции с помощью вейвлет-преобразования // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. Центр развития научного сотрудничества. г. Новосибирск – 2013. – С. 141-146.

List of references:

1. **Azzouz E., Nandi A.** Automatic recognition of signals of communication. – Boston: Academic publishing house Kluwer, 1996. – 219 p.

2. **Jenkins G., Vatts D.** Spectrum analysis and its applications. – M.: Patterns, 1971. – V.1. – 371 p.

3. **Oppenheym A., Shafer R.** Digital signal processing. – M.: Technosphere, 2006. – 856 p.

4. **Rabiner. L, Gould B.** Theory and application of digital signal processing. – M.: Patterns, 1978. – 848 p.

5. **Marple Jr. S.L.** Digital spectrum analysis and its applications. – M.: Patterns, 1990. – 265 p.

6. **Otnes R., Enokson L.** Application-oriented time series analysis. – M.: Patterns, 1982. – 432 p.

7. **Trakhtman A.M.** Introduction to the generalized spectral theory of signals. – M.: Soviet radio, 1972. – 352 p.

8. **German mathematical log of Klebshem and Neumann.** About expansion of functions on an orthogonal system like Haar. Goettingen. – 1910, V.1. – Page 331-371.

9. **Grossman A.** Expansion of functions of Hardy in square-integrable wavelets of the constant form// Communication of technical and applied mathematics. – 1984. – V. 15. – Page 723-736.

10. **Morlet J.** Distribution and choice of waves// Geophysics. – 1982. – V. 47. – Page 203-236.

11. **Mallat S. G.** Multiresonant approximations and bases of orthonormal wavelets //Works of the American Mathematical society. – 1989. – T. 315. – No. 1. – Page 69-87.

12. **Coen A.** The biorthogonal bases used in the wavelets //Communication of simple and applied mathematics. – 1992. – V. 45. – Page 485-560.

13. **Dobesha I.** Ten lectures about the wavelets // Communication of technical and applied mathematics. – 1992. – Page. 1-16.

14. **Meyer Dzsh. Veyvlety:** Algorithms and applications//Communication of technical and applied mathematics. – 1993. – Page. 5-6.

15. **Glukhovskoy V.V., Kleymenov Y. A.** Formation the of a library of digital modulated radio signals with imitation modeling in the matlab software //the Messenger of the metrologist. – 2017. – No. 2. – Page. 4-9.

16. **Glukhovskoy V.V.** «AMCLab – the Research program for automatic detection like digital modulation». Certificate on the state registration of the computer program No. 2016618585 from 08.02.2016. ROSPATENT

17. **Glukhovskoy V.V.** Development of a fast algorithm of automatic recognition of digital modulation by means of wavelets-transformation//Basic and applied researches: problems and results. Center of development of scientific cooperation. Novosibirsk – 2013. – С. 141-146.