

УДК 621.396

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО КВАЗИРАДИОСИГНАЛА ***А. П. ТРИФОНОВ, Ю. Э. КОРЧАГИН, К. Д. ТИТОВ***Воронежский государственный университет,
Россия, Воронеж, 394006, Университетская пл., д. 1*

Аннотация. Синтезированы квазиравдоподобный и максимально правдоподобный алгоритмы оценки длительности сверхширокополосного квазирадиосигнала произвольной формы с неизвестными амплитудой и начальной фазой, наблюдаемого на фоне аддитивного гауссовского белого шума. Предполагалось, что условия относительной узкополосности для принимаемого сигнала не выполняются и его длительность может составлять только несколько периодов или долю периода гармонического колебания. Показано, что структура алгоритма оценки длительности сверхширокополосного квазирадиосигнала существенно отличается от структуры алгоритма оценки длительности узкополосного радиосигнала. Найдены статистические характеристики синтезированных оценок длительности: условные смещение и рассеяние. Исследовано влияние априорного незнания амплитуды и начальной фазы сигнала на точность оценки длительности. Сформулированы количественные ограничения на соотношение между полосой частот сигнала и его центральной частотой, при которых классическое решение задачи оценки длительности узкополосного радиосигнала обладает требуемой точностью.

Ключевые слова: сверхширокополосный; квазирадиосигнал; оценка максимального правдоподобия; квазиравдоподобная оценка; длительность; рассеяние; смещение

Сверхширокополосные сигналы (СШП, UWB) находят все более широкое применение во многих практических приложениях современной радиоэлектроники, о чем свидетельствует большое число публикаций, в том числе заметное количество монографий [1–6]. Внедрение СШП сигналов в системы телекоммуникаций позволяет повысить скорость передачи информации за счет большой ширины спектра. Использование СШП сигналов в измерительных системах, радиолокации и устройствах позиционирования раскрывает возможности повышения точности измерений и увеличения разрешающей способности.

В современной литературе подробно изучены вопросы обработки СШП сигналов с неизвестным временем прихода [1]. Это связано с необходимостью измерения времени задержки сигнала в задачах радиолокации, а также с активным использованием время-импульсной модуляции в системах с СШП сигналами. Вместе с тем, имеется значительное число приложений, требующих обработки СШП сигнала с неизвестной длительностью. При этом длительность может являться как информативным параметром сигнала, так и неинформативным параметром, который неизвестен на приемной

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 15-11-10022).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радзиевский, В. Г.; Трифонов, П. А. *Обработка сверхширокополосных сигналов и помех*. М.: Радиотехника, 2009. 288 с.
2. Aiello, R.; Batra, A. *Ultra Wideband Systems*. Elsevier, 2006. 323 p.
3. Siriwongpairat, W. Pam; Liu, K. J. Ray. *Ultra-Wideband Communications Systems: Multiband OFDM Approach*. Wiley, 2007. 229 p. DOI: [10.1002/9780470179765.ch1](https://doi.org/10.1002/9780470179765.ch1).
4. Nekoogar, F.; Dolwa, F. *Ultra-Wideband Radio Frequency Identification Systems*. Springer, 2011. 160 p. DOI: [10.1007/978-1-4419-9701-2](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9701-2).
5. Sahinoglu, Z.; Gezici, C.; Guvenc, I. *Ultra-wideband Positioning Systems*. Wiley, 2008. URL: <http://www.cambridge.org/9780521873093>.
6. Arslan, H.; Chen, Z. N.; Di Benedetto, M.-G. *Ultra Wideband Wireless Communication*. Wiley, 2006. ISBN: 978-0-471-71521-4.
7. Трифонов, А. П.; Шинаков, Ю. С. *Совместное различение сигналов и оценка их параметров на фоне помех*. М.: Радио и связь, 1986. 264 с.
8. Трифонов, А. П.; Корчагин, Ю. Э. Прием сигнала с неизвестной длительностью. *Известия вузов. Радиофизика*, Т. 45, № 7, С. 625–637, 2002. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=1179384>.
9. Трифонов, А. П.; Корчагин, Ю. Э.; Кондратович, П. А. Эффективность оценки длительности сигнала с неизвестной амплитудой. *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 54, № 11, С. 3–12, 2011. URL: <http://radio.kpi.ua/article/view/S002134701111001X>.
10. Корчагин, Ю. Э. Оценка длительности сигнала с неизвестными амплитудой и фазой. *Радиотехника*, № 9, С. 11–19, 2013. URL: <http://radiotec.ru/article/13420>.
11. Корчагин, Ю. Э. Оценка длительности радиопульса с неизвестной фазой. *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 56, № 7, С. 29–37, 2013. URL: <http://radio.kpi.ua/article/view/S0021347013070030>.
12. Куликов, Е. И.; Трифонов, А. П. *Оценка параметров сигналов на фоне помех*. М.: Сов. радио, 1978. 296 с.
13. Тихонов, В. И. *Оптимальный прием сигналов*. М.: Радио и связь, 1983. 320 с.
14. Трифонов, А. П.; Руднев, П. Е. Характеристики оценки амплитуды сверхширокополосного квазирадиосигнала. *Известия вузов. Радиоэлектроника*, Т. 53, № 5, С. 22–31, 2010. URL: <http://radio.kpi.ua/article/view/S0021347010050031>.
15. Трифонов, А. П.; Корчагин, Ю. Э.; Беспалова, М. Б. Статистические свойства высоты и положения абсолютного максимума марковского случайного процесса типа Башелье. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия Физика. Математика*, № 4, С. 54–65, 2014. URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/phys-math/2014/04/2014-04-07.pdf>.
16. Тихонов, В. И.; Миронов, М. А. *Марковские процессы*. М.: Радио и связь, 1977. 488 с.
17. Трифонов, А. П.; Бутейко, В. К. Характеристики совместных оценок параметров сигнала при частичном нарушении условий регулярности. *Радиотехника и электроника*, Т. 36, № 2, С. 319–327, 1991.

Поступила в редакцию 20.05.2016

После переработки 25.05.2017