

## Задание к контрольному мероприятию №2 по курсу «Методы оптимального приема сигналов в аппаратуре потребителей СРНС»

Во вложении к этому PDF-файлу, для каждого варианта задания дана выборка  $Y_1^N = \{y_k\}$ ,  $k = 0, (N-1)$  наблюдений сигнала ГЛОНАСС L1OF на выходе 3-уровневого АЦП:

$$y_k = a \cdot G(kT_d - \tau_s) \cos(2\pi(f_0 + f_d) \cdot kT_d + \varphi_0) + n_k,$$

где  $n_k$  – ДБГШ с дисперсией  $\sigma_n^2 = 1$ ;  $a$  – неизвестная постоянная амплитуда сигнала, распределенная по рэлеевскому закону  $p(a) = \frac{a}{\sigma_a^2} e^{-a^2/2\sigma_a^2}$  с параметром  $\sigma_a = 0.06$ , что соответствует среднему отношению мощности

сигнала к спектральной плотности шума  $q_{c/n_0} = 10 \lg \frac{a^2}{2N_0} = 48$  дБГц;  $T_d$  -

интервал дискретизации, соответствующий частоте дискретизации  $F_d = 1/T_d = 33$  МГц; интервал наблюдений  $T = NT_d = 1$  мс, отсюда число отсчетов в выборке  $N = T \cdot F_d = 33000$ ;  $f_0 = 8$  МГц – промежуточная частота сигнала;  $f_d$  – неизвестная доплеровская частота сигнала, принимающая значения от -2 кГц до +2 кГц с равномерной плотностью вероятности;  $\varphi_0$  – неизвестная начальная фаза сигнала, принимающая значения в интервале от 0 до  $2\pi$  с равномерной плотностью вероятности;  $\tau_s$  – неизвестное время запаздывания сигнала, равномерно распределенное на интервале  $0 \dots T_{ДК} = 1$  мс;  $G(kT_d - \tau_s)$  – двоичная функция псевдослучайной последовательности (ПСП) дальномерного кода (ДК) ГЛОНАСС L1OF, вид которой приведен на рис. 1;

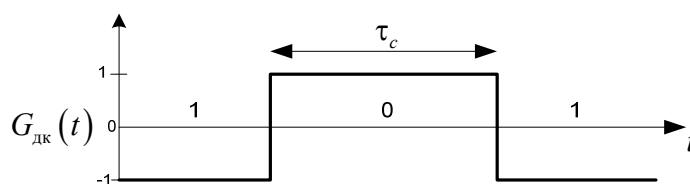


Рисунок 1 – Вид двоичной псевдослучайной последовательности дальномерного кода.

Функция  $G(t)$  принимает значения +1 или -1, длительность элементарного символа (чипа) составляет  $\tau_c = 1/511$  мс, период  $T_{ДК} = 1$  мс, общее количество символов ПСП равно 511. Последовательность бит дальномерного кода ГЛОНАСС L1OF:

```
1111111000001111011111000101110011001000001001010011101101000
111100111110011011000101010010001110001101101010111000100110001000
100000000100001000110000100111001010101100001101111010011011100100
01010000101011010011111101100100100101101111100100110101001100110
```

```

000000110001100101000110100101111111010001011000111010110010110011
110001111101110100000110101101101110110000010110101111101010101000
000101001010111100101110111000000111001110100100111101011101010001
001000011001110000101111011011001101000011101111000011.

```

При передаче нуля символ  $G(t)=+1$ , при передаче единицы  $G(t)=-1$ . Последовательность 511-ти символов (+1 или -1) функции  $G(t)$  дана во вложенном файле DK\_LxOF.txt.

Требуется выполнить поиск заданного сигнала с неизвестной начальной фазой, разбив область возможных значений задержки сигнала  $\tau_3$  на 1022 дискретных значения в диапазоне от 0 до  $T_{ДК}$ , и область возможных значений доплеровской частоты – на 9 дискретных значений в интервале от -2 кГц до +2 кГц. Поиск выполняется для каждого возможного значения частоты и задержки сигнала. (Всего получается  $1022 \times 9 = 9198$  ячеек поиска). Для каждой ячейки поиска найти величину отклика на выходе коррелятора  $X^2 = (I^2 + Q^2)$ , выбрать максимум по всем ячейкам поиска, сравнить его с порогом.

1) Построить на 3D-графике зависимость отклика на выходе коррелятора от доплеровской частоты и задержки опорного сигнала как функцию 2-х аргументов. Пример такого графика дан на рис. 2. Записать величину максимума и рассчитанную величину порога обнаружения.

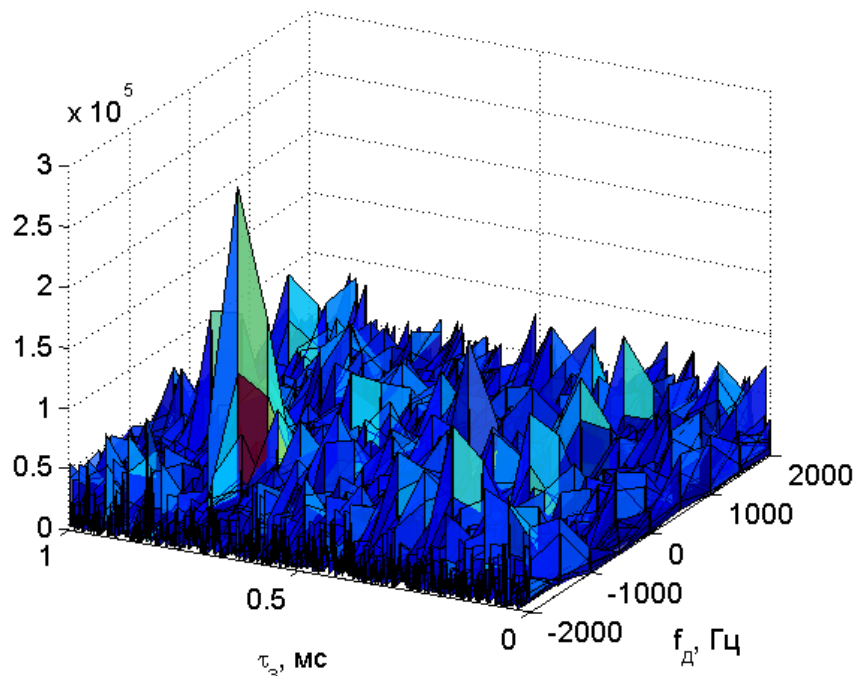


Рисунок 2 – Пример построения поля поиска по частоте и задержке

2) Определить приближенные значения задержки входного сигнала  $\tau_3$  в мс и доплеровской частоты  $f_d$  в Гц, соответствующие максимальному корреляционному отклику.

3) Найти количество ячеек поиска, в которых превышен порог обнаружения и приближенно оценить вероятность ложной тревоги  $P_F$  как отношение этого количества к общему числу ячеек поиска.

4) Привести код программы, выполняющей расчеты.

Рекомендуемая литература: [1], разделы 4.2.3, 4.3.2, 6.2; [2], глава 2, раздел 3.4; [3], раздел 8.8.

1. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учеб. пособие для вузов. – М.: Радиотехника. 2003. 400 с.

2. Перов А.И. Методы и алгоритмы оптимального приема сигналов в аппаратуре потребителей спутниковых радионавигационных систем. Учеб. пособие для вузов. – М.: Радиотехника. 2012. 240 с., ил.

3. Перов А.И., Замолотчиков В.Н., Чиликин В.М. Радиоавтоматика. Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2014. 320 с., ил.