

2. А.с. 1 103 168 СССР. МКИ³ G 01 v 1 / 13. Устройство синхронизации источников сейсмических сигналов / В. А. Пантелеев, Н. И. Давиденко, Е.А. Храбров и А. С. Быков (СССР).– № 2743509/18–25; Заявлено 28. 03. 79; Опубл. 15. 07. 84, Бюл. № 26 // Открытия. Изобретения.–1984.–№ 26.– С.96.
3. Игнатов В.А. Теория информации и передачи сигналов: Учебник для вузов. – 2–е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1991. – 280 с.
4. Храбров Е. А. О влиянии достоверности запуска сейсмических вибраторов на эффективность сейсморазведки на нефть и газ // Материалы научно – практической конференции "Стратегия развития нефтедобывающей промышленности Республики Беларусь на 2000 – 2015 годы".– Гомель: ПО "Белоруснефть". – С.196–204
5. Шагинян А. С., Храбров Е. А. Принципы управления сейсмическими вибраторами // Вибросейсмические методы исследования: Сб. ст. / Акад. наук СССР. Сиб. отд-ние.; Под ред. А.С. Алексеева. – Новосибирск, 1981.– С.107–116
6. Шумоподобные сигналы в системах передачи информации / Под ред. проф. В.Б. Пестрякова. – М.: Сов. Радио, 1973. – 424 с.
7. Combisweep Techniques, Encoded sweep Techniques. (Методики комбинированного свипа и кодированного свипа) // Pracla – seismos information ¹ 27. – Hannover, 1981. – 8 с.

О ПОГРЕШНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ НЕПРИЕМА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ХАФФМЕНА ЗАХВАТНЫМ ДЕКОДЕРОМ

Е. А. Храбров, В. В. Ерошенко, Е. Н. Герасименко
Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

Широко используемая [3, 4] формула для определения вероятности p_H неприема последовательности Хаффмена захватным декодером, приведенная в [2, с.173], получена при условии, что вероятность p_T неприема (искажения, трансформации) одного (каждого) символа из принимаемой последовательности Хаффмена достаточно мала ($p_T = 10^{-3}$). Это условие было принято для того, чтобы можно было пренебречь некоторыми составляющими при выводе этой формулы и получить простой ее вид:

$$p_H = 1 - \sum_{i=1}^{\lfloor n/(r+k) \rfloor} (-1)^{i-1} p_T^{i-1} (1 - p_T)^{i(r+k)} (C_{n-i(r+k)}^{i-1} + p_T C_{n-i(r+k)}^i), \quad (1)$$

где n – число символов последовательности; r – число разрядов формирователя последовательности, равное $r = \log_2(n+1)$; k – порог срабатывания счетчика совпадений схемы захвата декодера.

Использовать эту формулу для расчета вероятности p_H неприема последовательности в условиях плохой связи, когда уровень шума становится сравнимым с величиной сигнала без дополнительного анализа влияния больших значений вероятности p_T трансформации одного символа из принимаемой последовательности, не корректно.

Вероятность p_T трансформации одного символа в симметричном канале можно определить из соотношения сигнал/шум с помощью выражения [2, с.73]:

$$p_T = \int_{-\infty}^0 \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot P_{III}}} \cdot \exp\left[-\frac{(x - \sqrt{m_C})^2}{2m_{III}}\right] dx, \quad (2)$$

где P_{III} – мощность входного шума; P_C – мощность входного сигнала.

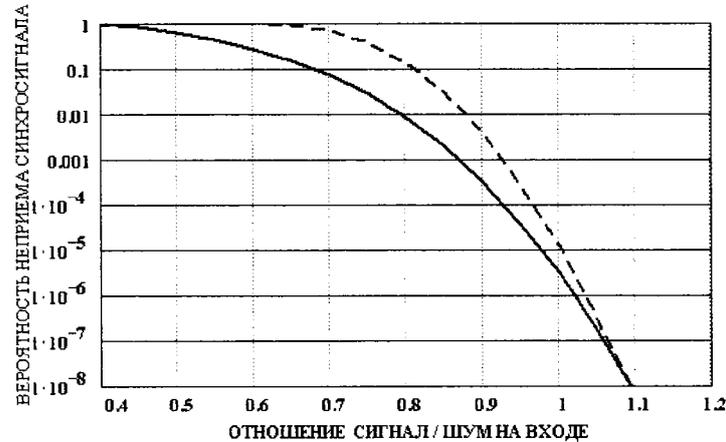
При $P_C / P_{III} = 1$ вероятность $p_T = 0,159$.

Для вывода уточненной формулы вероятности p_H неприема последовательности в условиях плохой связи было отброшено условие малости вероятности p_T трансформации одного символа и проведены все те же стадии вывода формулы, что и в [1]. В результате

было получено следующее более громоздкое, но и более точное выражение вероятности p_H неприема последовательности в условиях плохой связи:

$$\begin{aligned}
 p_H = & 1 - (1 - p_T)^{j(r+k3)} \cdot [1 + p_T \cdot (n - n/(r+k3))] - \frac{p_T}{1 - p_T} \times \\
 & \times \sum_{i=2}^{n/(r+k3)} (1 - p_T)^{j-2} (C_{n-i(r+k3)}^{i-1} + p_T C_{n-i(r+k3)}^i) - \\
 & - \sum_{j=2}^{n/(r+k3)} (-1)^{j-1} \cdot p_T^{j-1} \cdot (1 - p_T)^{j(r+k3-1)} \cdot (C_{n-j(r+k3)}^{j-1} + C_{n-j(r+k3)}^j) + \left(\frac{p_T}{1 - p_T} \right)^j \cdot p_T^{j-1} \times \\
 & \times \sum_{i=2}^{j \cdot n/(r+k3)} (1 - p_T)^{j-2} \cdot (C_{n-i}^{i-1} + p_T C_{n-i}^i) - p_T^{j-1}. \quad (3)
 \end{aligned}$$

Сравнение результатов расчетов по формулам (1) и (3) показано на рисунке, из которого видно, что с ростом уровня шумов увеличивается и разность между результатами, полученными с помощью выражений (1) и (3).



Вероятность неприема последовательности в условиях плохой связи, рассчитанная для $n = 2047$, $k = 7$:

----- без учета влияния больших значений вероятности трансформации одного символа последовательности по формуле (1);

———— с учетом влияния больших значений вероятности трансформации одного символа по формуле (3).

Полученное в данной статье выражение позволяет проводить анализ вероятности неприема двоичных линейных рекуррентных псевдослучайных последовательностей декодером захватного типа с малыми погрешностями при любом соотношении сигнал/шум на его входе и, соответственно, ввести некоторые усовершенствования, например, описанные в [1]. Это обеспечит более надежную и достоверную работу захватного декодера в реальных условиях эксплуатации.

Повышение достоверности запуска сейсмических вибраторов, в системах запуска которых применяются последовательности Хаффмена, позволяет увеличить экономическую эффективность вибрационной сейсморазведки. В перспективе развития нефтяной отрасли Беларуси даже при существующем оборудовании сейсморазведочные партии, использующие вибраторы с указанными усовершенствованиями, за счет повышения эф-

фективности сейсморазведки могут обнаружить больше нефтегазоносных залежей и тем самым повысить добычу нефти и газа.

Литература

1. А.с. 781 731 СССР. МКИ³ G 01 v 1/24. Устройство управления источником сейсмических волн /А.С.Шагинян, А.Г.Асан-Джалалов, В.А.Пантелеев, Е.А.Храбров и Н.И.Давиденко (СССР).– №2647937/26–25; Заявл. 1. 06. 78; Опубл. 23. 11. 80, Бюл. № 43 // Открытия. Изобретения.–1980.– № 43.– С. 76
2. Тепляков И. М. и др. Радиолнии космических систем передачи информации. – М.: Сов. Радио, 1975. – 218 с.
3. Храбров Е. А. О влиянии достоверности запуска сейсмических вибраторов на эффективность сейсморазведки на нефть и газ // Материалы научно-практической конференции "Стратегия развития нефтедобывающей промышленности Республики Беларусь на 2000 – 2015 годы".– Гомель: ПО "Белоруснефть".– С.196–204
4. Цифровая система синхронизации источников сейсмических волн с приемником сейсмостанции. (Теоретический отчет) 03.08.78. Министерство нефтяной промышленности СССР, Управление промысловой и полевой геофизики, СКБ сейсмической техники. – Гомель, 1980. – 22 с.

О НЕШТАТНОМ ПРИМЕНЕНИИ ДЕКОДЕРА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ХАФФМЕНА

Д. В. Дольников, А. Г. Баранов, Е. Н. Герасименко
Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

Псевдослучайные последовательности Хаффмена широко применяются в радиолокации и в помехоустойчивых системах передачи информации [2, 6], а также для фазового пуска в телеграфии, телеметрии и сейсморазведке [1, 3, 5]. Ансамбли таких последовательностей даже одной разрядности ортогональны, т. е. имеют максимально возможные различия между собой. Кроме того, что ортогональность позволяет опознавать нужную последовательность Хаффмена среди других аппаратными средствами, благодаря ему и человек может на слух узнать нужную последовательность. Для этого надо, чтобы этой последовательностью была промодулирована частота звукового сигнала, поскольку человеческим слухом наиболее легко различается разница по частоте звука.

В [4] было предложено использовать сигналы на основе последовательностей Хаффмена в качестве тревожных сигналов при потере бодрости операторами (водителями транспортных средств, диспетчерами аэропортов, операторами на АЭС и т.п.). Быстрое опознание конкретного засыпающего оператора по характерной только для него "мелодии" тревожного сигнала, когда счет идет на доли секунды, может спасти ситуацию от аварии и человеческих жертв.

Анализ надежности декодирования последовательности Хаффмена приведен в [3], а один из вариантов реализации предложен в [1]. В качестве частотных модулятора и демодулятора можно использовать микросхемы генератора управляемого напряжением ГУН (VCO), содержащие устройства фазовой автоподстройки частоты ФАПЧ.

Схема подключения формирователя последовательностей Хаффмена к ГУН приведена на рис. 1.

Регистр сдвига разрядностью r с выбираемыми переключателями (перемычками) обратными связями на сумматорах по модулю 2 ($M2$) после установки в единичное состояние RS триггера сигналом ТРЕВОГА вырабатывает одну последовательность Хаффмена до ее конца, который определяется схемой $\&2$. Частота ГУН определяется конденсатором C , резисторами $R1$ и $R2$, а также логическими уровнями, поступающими на резисторы с регистра сдвига. Тактовая частота регистра сдвига задается генератором OSC с кварцевой стабилизацией частоты.