

# ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СИНХРОННОГО ПУСКА СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНОГО КОМПЛЕКСА

**В. Н. Гарбуз, И. А. Воронежский**

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель Е. А. Храбров

Для синхронизации сейсмостанции с отрядом вибраторов (рис. 1) чаще всего используют командные радиолинии связи с шумоподобными сигналами пуска с большой избыточностью [1], [2]. Основной недостаток таких систем синхронизации

заключается в их плохой защищенности от ложного приема сигнала пуска. При 8-часовом рабочем дне и при длительности символа принимаемой псевдослучайной последовательности  $T_c = 1$  мс, ложный прием сигнала пуска одним источником сейсмических сигналов может происходить в среднем через 1118 дней.

Надежность систем синхронного пуска вибрационных источников сейсмических сигналов в основном зависит, как показано в [3], от двух параметров: вероятности неприема сигнала пуска и вероятности  $P_L$  ложного приема сигнала пуска в момент, когда никакого сигнала пуска в радиоканале нет. Если один из группы, например, из 5 вибраторов не примет пусковой сигнал, то величина формируемого сейсмического сигнала уменьшится на 20 % и больших потерь не будет. А при ложном срабатывании одного из группы вибраторов его сейсмический сигнал создаст на сейсмическом разрезе ложные отражающие горизонты, которые могут привести к дезинформации геофизиков и даже к бурению непродуктивных скважин.

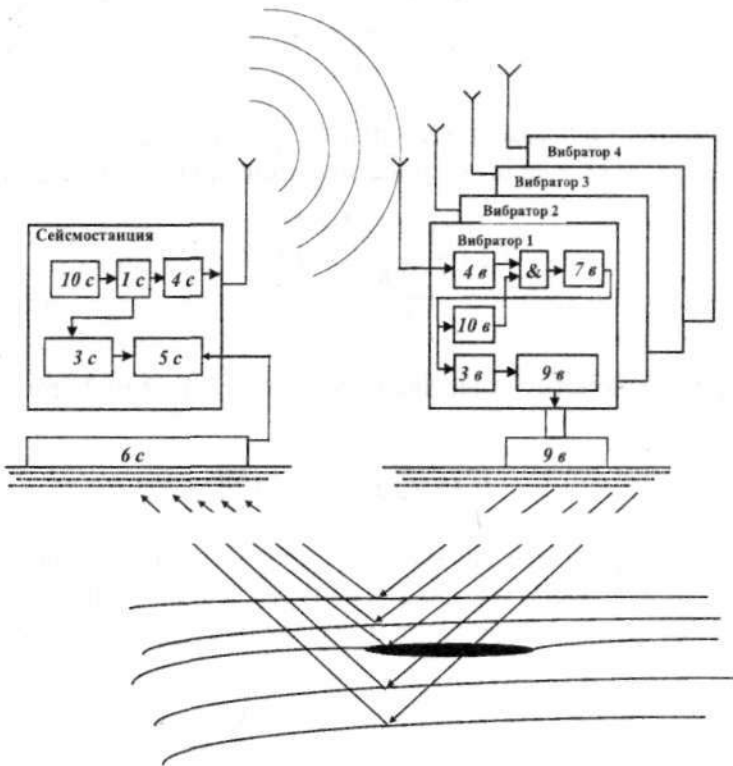


Рис. 1. Сейморазведочный комплекс, в котором: 1с — кодер; 3с, 3в — генераторы копии вибрационного сигнала; 4с, 4в — радиостанции; 5с — записывающая аппаратура; 6с — сейсμοприемники; 7в — декодер; 8в — электрогидравлический возбудитель вибрации; 9в — опорная плита вибратора; 10с, 10в — таймеры

Из рассмотренных выше случаев ясно, что решение задачи снижения вероятности ложного срабатывания систем синхронизации позволит повысить надёжность сейсмических вибраторов, сделать их более эффективными и безопасными в работе.

Для повышения надёжности системы синхронного пуска предлагается ввести в сейморазведочный комплекс таймеры, которые обеспечивают уменьшение вероятности ложного пуска каждого вибратора, а также использовать комбинированные декодеры [4], обладающие повышенной надёжностью.

Структурная схема сейморазведочного комплекса представлена в виде, показанном на рис. 1. На сеймостанции имеется формирователь кодированного сигнала

пуска вибраторов – кодер  $1c$ , который по команде таймера  $10c$  сейсмостанции в нужный момент запускает на сейсмостанции внутренний генератор  $3c$  копии вибрационного сигнала.

Эта копия вибрационного сигнала записывается на магнитную ленту в регистраторе  $5c$  вместе с главной информацией сейсморазведочного комплекса – с принятыми сейсмоприемниками  $6c$ , отраженными сейсмическими сигналами. Кодированный сигнал пуска по радиоканалу через передатчик  $4c$ , установленный на сейсмостанции, и приемники  $4в$ , стоящие на вибраторах, поступают для распознавания в декодеры  $7в$ .

Оценим эффективность предлагаемого метода. Если сигнал синхронизации передается в каждый выделенный для этого промежуток, то ложных срабатываний происходить не будет. Рассмотрим наиболее худший случай, когда сигнал синхронизации с сейсмостанции не передается, а сейсмические источники находятся в режиме приёма. При этом вероятность ложного срабатывания можно оценить по формуле (1). С учетом того, что приём осуществляется только в специально выделенные временные интервалы, вероятность  $P_{LT}$  ложного приема с использованием таймеров будет определяться следующим образом:

$$P_{LT} = \frac{P_L \cdot (T_{SIGNAL} + 2 \cdot T_{RESERV})}{T_{CICL}}, \quad (1)$$

где  $P_L$  – вероятность ложного приема при захватном декодировании сигнала пуска;  $T_{RESERV}$  – дополнительный, резервный отрезок времени, формируемый перед началом и после окончания сигнала пуска;  $T_{CICL}$  – продолжительность цикла повторения сейсмических воздействий;  $T_{SIGNAL}$  – продолжительность шумоподобного сигнала пуска.

После приема каждого шумоподобного сигнала пуска дополнительно предлагается подстраивать все таймеры на вибраторах для того, чтобы устранить набежавшую в них временную ошибку. Тогда относительную нестабильность всех таймеров, в том числе и установленного на сейсмостанции, можно допустить еще большей, а именно, для нашего примера она может быть  $3,4 \cdot 10^{-3}$ .

Поскольку физическое моделирование процесса, в котором анализируемое событие ложного захвата происходит в среднем раз в несколько лет, сделать невозможно, то была разработана специализированная программа [5], обеспечивающая генерацию шумоподобного сигнала и программную модель функционирования узлов обработки пусковой псевдослучайной последовательности, и проведено компьютерное моделирование с использованием этой программы. Это позволило примерно в  $10^5$  раз ускорить анализ и получить данные, приведенные на рис. 2.

Сравнение результатов эксперимента с расчетными значениями показывает, что их различие не превысило 3 дБ, что можно считать допустимым.

Введение таймеров в широко распространенные системы синхронного пуска позволяет существенно уменьшить вероятность ложного срабатывания этих систем и тем самым повышает надежность работы сейсморазведочного комплекса, практически устраняя аварийные ситуации, возникающие при ложных пусках сейсмических вибраторов. Введение же в конструкцию приёмника контура подстройки таймеров после приёма сигнала синхронного пуска позволяет существенно упростить требования к точности и при этом повысить надёжность работы системы.

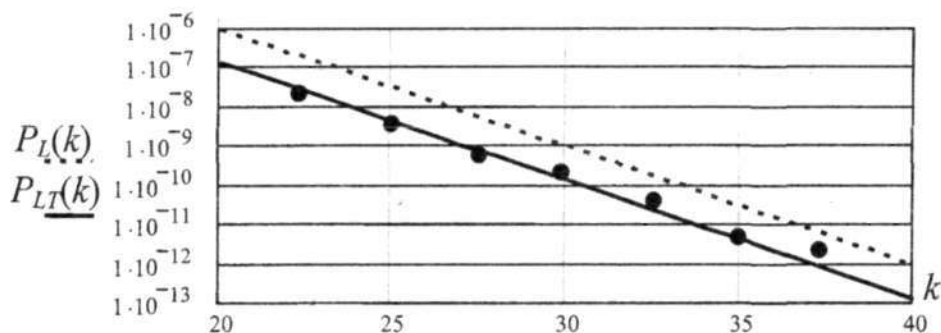


Рис. 2. Графики зависимостей вероятности ложного пуска сейсмовибраторов:  
 - - - - при отсутствии таймеров  $P_L(k)$ ; — при наличии таймеров  $P_{LT}(k)$ ;  
 ● ● ● — точки, полученные экспериментально

Так, например, при типовых условиях, описанных выше, ложное срабатывание в среднем может происходить приблизительно раз в 3 года, а в системе синхронизации с применением таймеров ложное срабатывание при наихудших с точки зрения рассматриваемого метода условиях эксплуатации сейсморазведочного комплекса может произойти раз в 76,5 года. Таким образом даже при неблагоприятных условиях эксплуатации сейсморазведочного комплекса с использованием рассмотренного в статье метода ложные срабатывания в течение типового срока службы 5 лет практически исключаются.

#### Литература

1. Кодовое устройство взрывания по радио: пат. 3891963 США, МКИ G 01 v 1 / 14. / Herbert C. В. (США); Exxon Production Research Co. – № 407531; заявл. 23.10.73; опубл. 24.06.75; НКИ 340 / 15,5. – 4 с.
2. Устройство синхронизации источников сейсмических сигналов: а. с. 913298 СССР, МКИ<sup>3</sup> G 01 v 1 / 04. / В. А. Пантелеев, Е. А. Храбров, А. Г. Слободов, А. С. Быков и Н. М. Кобин. – № 2949867/18–25 02; заявлено 07.80; опубл. 15.03.82 // Открытия. Изобрет. – 1982. – № 10. – С. 106.
3. Тепляков, И. М. Радиолинии космических систем передачи информации / И. М. Тепляков. – Москва : Сов. радио, 1975.
4. Устройство управления источником сейсмических волн: а. с. 949577 СССР, МКИЗ G 01 v 1 / 04. / А. С. Шагинян, А. Г. Асан-Джалалов, В. А. Пантелеев, Е. А. Храбров, Н. И. Давиденко, В. Н. Кабишев. – № 2669035/18–25; заявл. 28.09.78; опубл. 07.08.82 // Открытия. Изобрет. – 1982. – № 29. – С. 92.
5. Программа RANDEC. В.Н. Гарбуз. <http://sciencesignalproblem.at.tut.by>, 22.09.2006.