

УДК 550.312, 550.8.02, 550.83.043

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Эргашев С.Ф., Кулдашов О.Х.

Ташкентский университет информационных технологий  
Ферганский филиал, г. Фергана, Республика Узбекистан

В статье предложено устройство для геофизической разведки, приведена блок схема и временные диаграммы. Экспериментально установлено, что использование детонационных генераторов позволяет использовать более высокочастотные гармонические составляющие эхосигналов для определения объекта на глубине до 100 м.

**Ключевые слова:** геофизическая разведка, эхолокационная система, устройство, структурная схема, принцип работы, временная диаграмма, детонационный генератор, эхосигнал.

**DOI:** 10.22281/2413-9920-2017-03-01-112-117

Как известно, эхолокационные системы предназначены для обнаружения и первичной классификации объектов по их акустической жесткости и могут быть использованы для проведения геофизической разведки на малой глубине (до 100 м) [1-3].

Было предложено устройство, в котором содержится синхронизатор, соединенный с входом запуска индикатора, источник излучения и приемник излучения, к выходу которого подключен вход первого и второго фильтра. Выход второго фильтра соединен через первый усилитель-ограничитель и удвоитель частоты с первым входом фазового детектора. Его второй вход через второй усилитель-ограничитель соединен с выходом второго фильтра и индикатора. Вход соединяется с выходом фазового детектора и дополнительно введены пороговые устройства. Вход порогового устройства соединен с выходом приемника излучения. Последовательно соединенный триггер с раздельным запуском, измеритель временных интервалов и дополнительный индикатор запускают вход соединения с выходом синхронизатора. Первый вход триггера с раздельным запуском соединен с выходом порогового устройства, а второй - с выходом второго усилителя-ограничителя, причем по показанию индикатора судят о классификации искомого объекта. По показаниям дополнительного индикатора судят о глубине нахождения искомого объекта от поверхности земли. При этом источник излучения выполнен в виде детонационного генератора. Управляющие входы первого и второго электромагнитных клапанов подключены к выходу одновибратора. Вход первого электромагнитного клапана соединен с выходом источника кислорода, а вход второго электромагнитного клапана – с выходом источника газообразного углеводородного топлива. Выходы электромагнитных клапанов соединены с соответствующим входом смесителя углеводородовоздушной смеси детонационного генератора. Устройство зажигания детонационного генератора соединено через систему инициирования и генератора коротких импульсов с выходом одновибратора. Вход одновибратора соединен с выходом синхронизатора. Внутри смесителя углеводородовоздушной смеси детонационного генератора установлен охладитель, а камеры сгорания детонационного генератора снабжены охлаждающими радиаторами. Длина детонационной камеры определяется из условия

$$L_{\text{дк}} \leq \frac{V_{\text{д}}}{V_{\text{з}}} 2h_{\text{мин}},$$

где:  $h_{\text{мин}}$  - минимальная глубина искомого объекта;  $V_{\text{д}}$ ,  $V_{\text{з}}$  - скорость распространения детонационной волны и сейсмических волн в земле соответственно.

На рис. 1 показана структурная схема предложенного устройства, а на рис. 2 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип его работы.

Устройство для геофизической разведки содержит синхронизатор 1, соединенный со входом запуска источника излучения 2, первого 3 и второго 4 индикаторов, приемника излучения 5. К его выходу подключены пороговое устройство 6, первый 7 и второй 8 фильтры. Выход последнего соединен через первый усилитель-ограничитель 9 и удвоитель

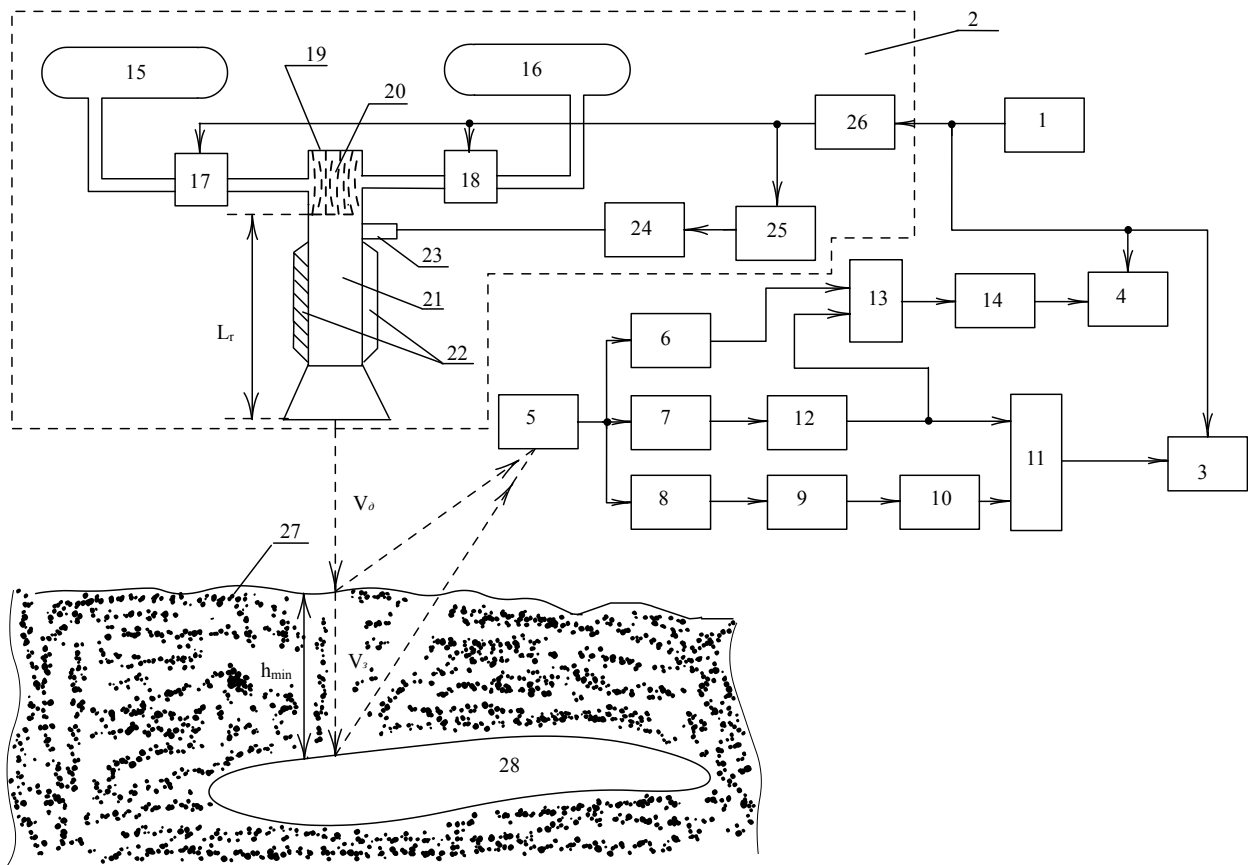


Рис.1. Структурная схема устройства

частоты 10 с первым входом фазового детектора 11. Второй вход фазового детектора 11 соединен через второй усилитель-ограничитель 12 с выходом первого фильтра, а выход - с входом первого индикатора 3. Выход порогового устройство 6 соединен с первым входом триггера раздельного запуска 13. Его второй вход соединен с выходом второго усилителя-ограничителя 12, а выход через измеритель временных интервалов 14 - с входом второго индикатора 4. Источник излучения 2 содержит источник кислорода 15 и источник газообразного углеводорода 16, которые через соответствующие электромагнитные клапаны 17 и 18 соединены с соответствующим входом смесителя углеводородовоздушной смеси 19. Он заполнен охладителем 20 и подключен к входу детонационной трубы 21, которая снабжена охлаждающим радиатором 22 и устройством зажигания 23. Вход устройства зажигания 23 через систему инициирования 24 и генератор коротких импульсов 25 соединен с выходом одновибратора, к которому подключены управляющие входы электромагнитных клапаны 17 и 18.

Устройство работает следующим образом. Синхронизатор 1 вырабатывает последовательность коротких прямоугольных импульсов с периодом повторения  $T > \frac{2h_{max}}{c}$  ( $h_{max}$  - максимальная глубина разведки;  $c$  - скорость распространение акустических волн в среде), которые воздействуют на запускающие входы источника акустического излучения 2, первого индикатора 3, второго индикатора 4 и измерителя временных интервалов 14.

В результате на первом 3, втором 4 индикаторах и измерителе временных интервалов 14 происходит сброс информации и подготовка к приему очередной информации. На выходе одновибратора 26 формируется прямоугольный импульс, который подается к запускающим входам генератора коротких импульсов 25, электромагнитного клапана газообразного углеводородного топлива 18 и электромагнитного клапана сжатого воздуха 17.

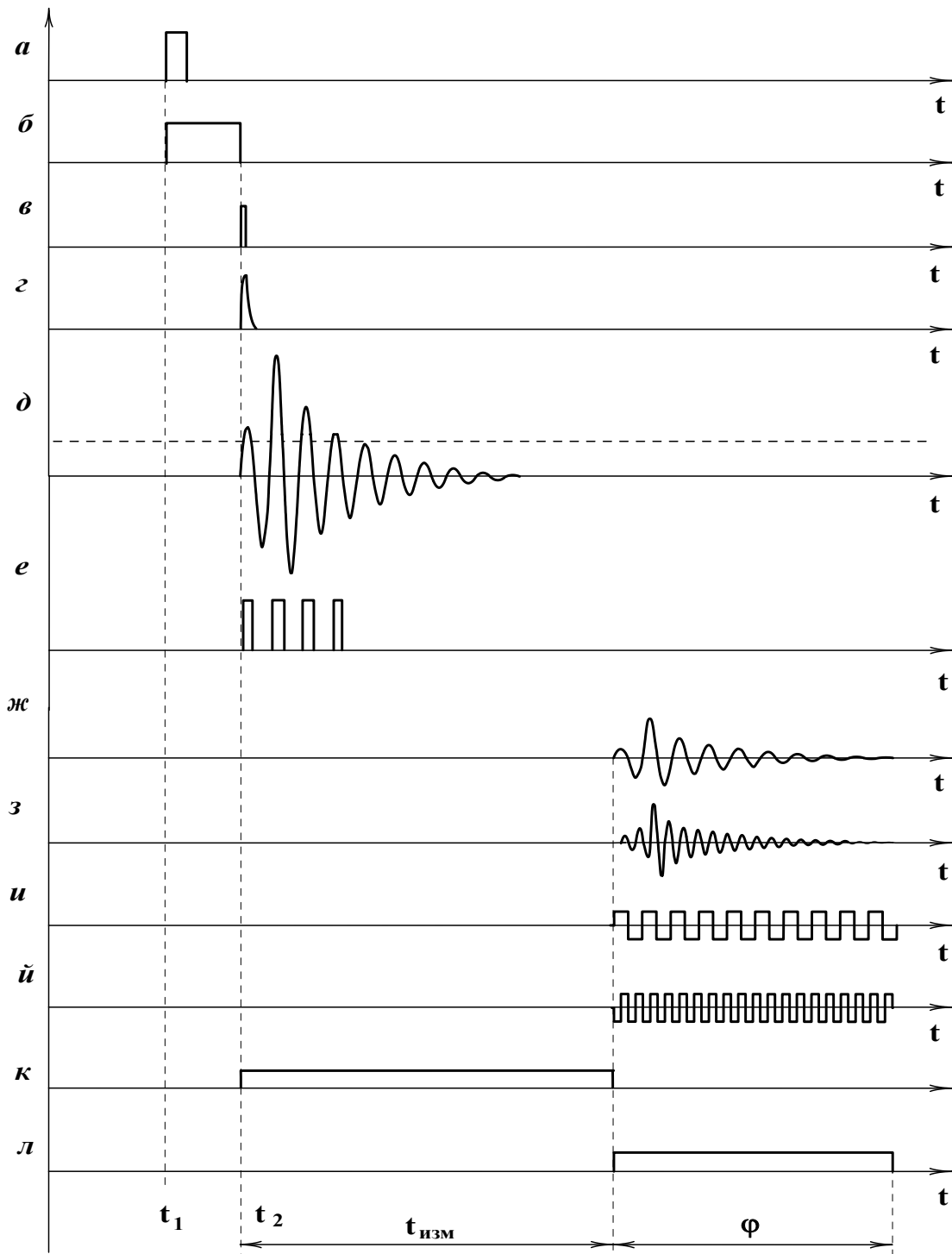


Рис. 2. Временные диаграммы устройства

Интервал времени открытого состояния электромагнитов 17 и 18 соответствует длительности прямоугольных импульсов, формируемых одновибратором 26, и является достаточным для полного заполнения углеводородовоздушной смесью камеры детонационного генератора 21. В конце выходного импульса одновибратора 26 на выходе генератора коротких импульсов 25 формируется короткий прямоугольный импульс (рис. 2, б - момент времени  $t_1$ ), который воздействует на вход системы иницирования 24.

В результате на выходе системы иницирования 24 формируется высоковольтный импульс напряжения, воздействующий на вход устройства зажигания 23. После чего из-за разгона фронта пламени внутри детонационного генератора 21 на его выходе формируется ударная волна.

При воздействии ударной волны на поверхности земли возбуждаются многочастотные гармонические затухающие сейсмические волны. Формы колебаний и частотный состав волн зависят от многих факторов, таких как характер импульса воздействия, поглощающие свойства среды, а также особенностей строения границ раздела на пути волны и т.п. В современной сейсморазведке, где используются мощные взрывные источники с длительностью импульса воздействия в несколько сотен миллисекунд, частотная полоса спектра возбуждаемых сейсмических волн составляет 1...200 Гц.

Известно, что частотная полоса спектра многочастотных затухающих сейсмических волн, возбуждаемых ударной волной, с увеличением длительности импульса воздействия сужается и, наоборот, с уменьшением - расширяется. Поэтому при использовании детонационных генераторов в качестве источника возбуждения частотная полоса возбуждаемых сейсмических волн расширяется в несколько раз, так как длительность импульса воздействия у детонационных генераторов в зависимости от длины детонационной трубы может составлять от нескольких десятков микросекунд до нескольких миллисекунд.

Сформированная гармоническая затухающая сейсмическая волна на поверхности земли имеет вид:

$$P(t) = P_1 e^{-\alpha_1 t} \sin(\omega_1 t) + P_2 e^{-\alpha_2 t} \sin(\omega_2 t) + \dots + P_n e^{-\alpha_n t} \sin(\omega_n t),$$

где:  $P_1, P_2, \dots, P_n$  - максимальные амплитуды гармонических составляющих на частотах  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  соответственно;  $\omega_1 = 2\pi f_1, \omega_2 = 2\pi f_2, \dots, \omega_n = 2\pi f_n$  - круговая частота;  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  - коэффициенты затухания среды соответствующих на частотах  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  соответственно;  $t$  - время.

Из теории дефектоскопии известно, что основная информация о характере искомого объекта содержится в фазовом сдвиге эхосигналов.

Поэтому сформированная волна, распространяясь вглубь земной коры, проходит расстояние  $h_{ц}$  и достигает поверхности искомого объекта. Затем она отражается от него, претерпевая изменение фазы каждой гармонической составляющей, проходит еще раз расстояние  $h_{ц}$  и достигает установленного на поверхности земли приемника излучений 5. При этом волна, воздействующая на приемник излучения имеет вид:

$$P_{\text{Э}}(t) = P_{\text{Э}1} e^{-\alpha_1 t} \sin[\omega_1(t - \tau_3) + \varphi_1] + P_{\text{Э}2} e^{-\alpha_2 t} \sin[\omega_2(t - \tau_3) + \varphi_2] + \dots + P_{\text{Э}n} e^{-\alpha_n t} \sin[\omega_n(t - \tau_3) + \varphi_n],$$

где  $P_{\text{Э}1}, P_{\text{Э}2}, \dots, P_{\text{Э}n}$  - максимальные амплитуды гармонических составляющих эхосигналов на частотах  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  соответственно;  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$  - фазовые сдвиги эхосигналов на частотах  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  соответственно;  $\tau_3$  - время задержки соответствующих эхосигналов на расстоянии  $2h_{ц}$ .

Электрический сигнал, сформированный на выходе приемника излучения, имеет вид:

$$U(t) = U_{\text{Э}1} e^{-\alpha_1 t} \sin[\omega_1(t - \tau_3) + \varphi_1] + U_{\text{Э}2} e^{-\alpha_2 t} \sin[\omega_2(t - \tau_3) + \varphi_2] + \dots + U_{\text{Э}n} e^{-\alpha_n t} \sin[\omega_n(t - \tau_3) + \varphi_n]$$

где:  $U_{\text{Э}1}, U_{\text{Э}2}, \dots, U_{\text{Э}n}$  - максимальные амплитуды напряжений гармонических составляющих эхосигналов на частотах  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$  соответственно.

Согласно теории акустических методов контроля, для оценки характера искомого объекта достаточно измерить фазовый сдвиг между двумя соседними гармоническими составляющими эхосигналов, различающимися по частоте. Выбор пары гармонических составляющих эхосигналов производится по их более интенсивным амплитудам, которые при использовании мощных взрывных источников соответствуют частотному диапазону 20...80 Гц. Экспериментально установлено, что при использовании имеющихся детонационных генераторов с длительностью импульса воздействия порядка одной миллисекунды диапазон частот на уровне 0,5 от максимальной амплитуды эхосигналов составляет 20...400 Гц. Это позволя-

ет использовать более высокочастотные гармонические составляющие эхосигналов для определения и классификации искомого объекта на глубине до 100 м.

Известно, что в фазометрии для измерения фазовых сдвигов между компонентами гармонических сигналов они приводятся к одной частоте путем умножения на их исходные частоты. Тогда фазовый сдвиг между выбранными гармоническими составляющими при кратности их частоты

$$\omega_m = k\omega_0, \omega_{(m+1)} = (k+1)\omega_0$$

и при их приведении к одной частоте, например  $\omega = k(k+1)\omega_0$  путем умножения частот  $\omega_1$  и  $\omega_{(m+1)}$  соответственно на  $(k+1)$  и  $k$ , позволяет определить разность фаз между гармоническими составляющими эхосигналов:

$$\psi = (k+1)\varphi_m - k\varphi_{(m+1)},$$

где:  $m = 1, 2, \dots$  - номер выбранной гармоники.

Когда частоты выбранных гармонических составляющих  $\omega_m$  и  $\omega_{(m+1)}$  близки, то можно принимать  $\varphi_m = \varphi_{(m+1)} = \varphi_{\Sigma}$ .

Поэтому разность фаз между гармоническими составляющими будет равна фазовому сдвигу эхосигнала  $\psi = \varphi_{\Sigma}$ .

#### **Список литературы**

1. Данько, Д.А. Сравнение методов детерминистической акустической инверсии для выделения акустически контрастных объектов по сейсмическим данным / Д.А. Данько // Геофизика. - 2016. - № 1. - С. 2-11.
2. Белоусов, А.В. Итоги международной научно-практической конференции «Теория и практика разведочной и промысловой геофизики» / А.В. Белоусов, В.И. Костицын. // Геофизический вестник. - 2015. - № 6. - С. 9-12.
3. Карапетов, Г.А. Спектрально-голографический способ скоростного анализа / Г.А. Карапетов // Геофизика. - 2013. - №5. - С. 68-74.

#### **Информация об авторах**

Эргашев Сирожидин Фаязович - доктор технических наук, профессор, зав. отделом НИС Ферганского политехнического института (г. Фергана, Республика Узбекистан), [fsirojdin@mail.ru](mailto:fsirojdin@mail.ru).

Кулдашов Оббозжон Хокимович - кандидат технических наук, доцент Ферганского филиала Ташкентского университета информационных технологий (г. Фергана, Республика Узбекистан), [kuldashov.abbos@mail.ru](mailto:kuldashov.abbos@mail.ru).

## DEVICE FOR GEOPHYSICAL EXPLORATION

Ergashev S.F., Kuldashov O.H.

Tashkent university of information technologies  
Fergana branch, Fergana c., Republic of Uzbekistan

In the article a device is offered for geophysical secret service, resulted block chart and temporal diagrams. It is experimentally set, the use of detonation generators allowed to use more high-frequency harmonic constituents of echosignals for determination of object on a depth a to 100 m.

**Keywords:** geophysical exploration, echolocation systems, device, flow diagram, principle of work, temporal diagram, detonation generator, echosignal.

**DOI:** 10.22281/2413-9920-2017-03-01-112-117

### References

1. Danko D.A. *Sravnenie metodov deterministicheskoy akusticheskoy inversii dlya vydeleniya akusticheskikh kontrastnykh obektov po seysmicheskim dannym* [Comparison of deterministic methods of acoustic inversion for the selection of acoustically contrast objects according to seismic data]. *Geofizika*, 2016, No.1, pp. 2-11.

2. Belousov A.V., Kostitsyn V.I. *Itogi mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Teoriya i praktika razvedochnoy i promyslovoy geofiziki»* [The results of the international scientific-practical conference "Theory and practice of exploration and Geophysics"]. *Geofizicheskii vestnik*, 2015, No.6, pp. 9-12.

3. Karapetov G.A. *Spektralno-golograficheskiy sposob skorostnogo analiza* [Spectral-holographic method velocity analysis]. *Geofizika*, 2013, No.5, pp. 68-74.

### Authors' information

Sirozhidin F. Ergashev – Doctor of Technical Sciences, Professor at Fergana Polytechnical Institute (Fergana c., Republic of Uzbekistan), [fsirojdin@mail.ru](mailto:fsirojdin@mail.ru).

Obbozzhon H. Kuldashov - Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor at Tashkent university of information technologies, Fergana branch (Fergana c., Republic of Uzbekistan), [kuldashov.abbos@mail.ru](mailto:kuldashov.abbos@mail.ru).

Дата публикации  
(Date of publication):  
25.03.2017

