

Предлагаемое изобретение относится к измерительной технике и предназначено для измерений скорости распространения звука при проведении гидрофизических исследований.

Прототипом предлагаемого изобретения является гидрологический измеритель скорости звука, содержащий последовательно соединенные генератор, формирователь импульсов, делитель частоты, два триггера с соединенными R- входами, последовательно соединенные генератор возбуждающих импульсов, ограничитель, усилитель, компаратор, связанную с выходом генератора возбуждающих импульсов измерительную ячейку.

Недостатком названного измерителя является недостаточно высокая точность измерений.

Задачей изобретения является повышение точности измерений.

Поставленная задача достигается тем, что измеритель скорости звука, содержащий последовательно соединенные делитель частоты и формирователь импульсов, два триггера с соединенными R- входами, последовательно соединенные генератор возбуждающих импульсов, ограничитель, усилитель, компаратор, связанную с выходом генератора возбуждающих импульсов измерительную ячейку, выполненную из электроакустического преобразователя, первого и второго отражателей, снабжен управляемым формирователем импульсов, первый вход которого соединен с входом генератора возбуждающих импульсов и выходом первого элемента ИЛИ, а выход - с вторым входом компаратора, выход которого через второй формирователь импульсов подключен к второму входу первого элемента ИЛИ и к С-входу первого счетчика, выход которого соединен с С-входом первого триггера, первый выход которого подключен к второму входу управляемого формирователя импульсов, соединенному также с С-входом второго триггера и знаковым входом второго счетчика, третий вход управляемого формирователя импульсов соединен с вторым выходом первого триггера и входом третьего формирователя импульсов, выход которого подключен к первому входу второго элемента ИЛИ, выход которого соединен с входом первого счетчика, а второй вход - R-входом второго счетчика, выходом первого формирователя импульсов, R- входами первого и второго триггеров, первым входом первого элемента ИЛИ, Е-вход второго счетчика подключен к второму выходу второго триггера, первый выход которого соединен с четвертым входом управляемого формирователя импульсов, С-вход второго счетчика подключен к выходу кварцевого генератора. Снижение погрешности измерений достигается путем исключения из структуры устройства аналоговых преобразователей.

На фиг.1 представлена структурная схема измерителя скорости звука; на фиг.2 - один из возможных вариантов выполнения управляемого формирователя импульсов (поз.11 на фиг.1); на фиг.3 - временные диаграммы, поясняющие работу устройства.

Измеритель скорости звука содержит (фиг.1) последовательно соединенные кварцевый генератор 1, делитель 2 частоты, первый формирователь 3 импульсов, последовательно

возбуждающих импульсов, выход которого связан с измерительной ячейкой 6, ограничитель 7, усилитель 8, компаратор 9, выход которого через второй формирователь 10 импульсов соединен с вторым входом первого элемента ИЛИ 4, выход которого подключен к первому входу управляемого формирователя 11 импульсов, второй вход которого соединен с первым выходом первого триггера 12 и С-входом второго триггера 13, третий вход управляемого формирователя 11 импульсов подключен к второму выходу первого триггера 12 и входу третьего формирователя 14 импульсов, выход которого соединен с первым входом второго элемента ИЛИ 15, выход которого подключен к R-входу первого счетчика 16, С-вход которого соединен с выходом второго формирователя 10 импульсов, а выход - с С-входом первого триггера 12, второй вход второго элемента ИЛИ 15 подключен к R-входу второго счетчика 17, выходу первого формирователя 3 импульсов, R- входам триггеров 12, 13 и первому входу первого элемента ИЛИ 4, Е-вход второго счетчика 17 соединен с вторым выходом второго триггера 13, первый выход которого подключен к четвертому входу управляемого формирователя 11 импульсов, знаковый вход второго счетчика соединен с вторым входом управляемого формирователя 11 импульсов, С-вход второго счетчика 17 подключен к выходу кварцевого генератора 1. Измерительная ячейка 6 выполнена из электроакустического преобразователя 18 и первого 19 и второго 20 отражателей, установленных на расстояниях L_1 и L_2 от электроакустического преобразователя 18, удовлетворяющих соотношениям

$$L_1 > L/2; L_2 = L_1 + L,$$

где L - расстояние между первым 19 и вторым 20 отражателями.

Устройство работает следующим образом.

Кварцевый генератор 1 генерирует высокочастотный сигнал (фиг.3а) с частотой f_0 , преобразуемый делителем 2 частоты в последовательность прямоугольных импульсов (фиг.3б), следующих с периодом T_n , которые преобразуются первым формирователем 3 импульсов (фиг.3в) в короткие импульсы, поступающие через первый элемент ИЛИ 4 на генератор 5 возбуждающих импульсов и на первый вход управляемого формирователя 11 импульсов, а также на R-входы триггеров 12 и 13 и счетчиков 16 и 17, устанавливая их в исходное состояние. При этом во втором счетчике 17 записывается начальное значение кода N_0 .

По поступающему с выхода первого элемента ИЛИ 4 импульсу генератор 5 возбуждающих импульсов вырабатывает короткий импульс (фиг.3г), возбуждающий электроакустический преобразователь 18 измерительной ячейки 6.

Электроакустический преобразователь 18 излучает в исследуемую среду ультразвуковой импульс, в результате отражения которого от первого 19 и второго 20 отражателей в электроакустическом преобразователе 18 возбуждаются два эхо-сигнала (фиг.3д,е). Временные интервалы между излучающим и отраженными импульсами определяются расстояниями между электроакустическим преобразователем 18 и отражателями 19 и 20 и скоростью распространения ультразвука в

исследуемой среде.

Эхо-сигналы (отраженные импульсы) поступают на вход усилителя 8 через ограничитель 7, предотвращающий перегрузку входа усилителя в момент формирования излучающего импульса. После усиления эхо-сигналы поступают на первый (информационный) вход компаратора 9, стробируемого импульсом (фиг.3ж) с выхода управляемого формирователя 11 импульсов. Длительность стробирующего импульса обеспечивает формирование сигналов на выходе компаратора 9 (фиг.3з) только в моменты приема первого эхо-сигнала. Помехозащищенность компаратора 9 обеспечивается выбором напряжения на его опорном входе (не показан), заведомо превышающего уровень помех.

Импульс с выхода компаратора 9 через второй формирователь импульсов 10 поступает на С-вход первого счетчика 16 и через первый элемент ИЛИ 4 на вход генератора 5 возбуждающих импульсов, который вновь вырабатывает импульс, возбуждающий электроакустический преобразователь 18 и т.д. Таким образом, на выходе второго формирователя 10 импульсов формируется последовательность импульсов, следующих с частотой, определяемой расстоянием от электроакустического преобразователя 18 до первого отражателя 19 и скоростью распространения ультразвука в исследуемой среде.

Счетчик 16 подсчитывает количество эхо-сигналов, отраженных от первого отражателя 19 (фиг.3и) и при достижении количества отраженных сигналов, равного заданному числу n , формирует на своем выходе сигнал (фиг.3к) об окончании первого цикла преобразования, в течение которого счетчик 17 суммирует количество импульсов, поступивших на его С-вход от кварцевого генератора 1. В момент окончания первого цикла преобразования сигнал с выхода счетчика 16 поступает на С-вход триггера 12 и устанавливает его в состояние логической единицы. При этом сигнал с второго (неинвертирующего) выхода триггера 12 поступает через формирователь 14 импульсов и второй элемент ИЛИ 15 на R-вход счетчика 16 и устанавливает его в исходное состояние, а сигналы с выходов триггера 12, поступающие на второй и третий входы управляемого формирователя 11 импульсов обеспечивают его работу в режиме формирования стробирующих импульсов для селекции эхо-сигналов, отраженных от второго отражателя 20. Кроме того, сигнал с первого (инвертирующего) выхода триггера 12, поступающий на знаковый вход счетчика 17, переводит его из режима сложения в режим вычитания.

Во втором цикле преобразования компаратор 9 не реагирует на эхо-сигналы, отраженные от первого отражателя 19 и формирует импульсы на своем выходе по эхо-сигналам, отраженным от второго отражателя 20. При этом на выходе второго формирователя 10 импульсов формируется последовательность импульсов, следующих частотой, определяемой расстоянием от электроакустического преобразователя 18 до второго отражателя 20 и скоростью распространения ультразвука в исследуемой среде.

Счетчик 16 подсчитывает количество эхо-

сигналов, отраженных от второго отражателя 20, и при достижении количества отраженных сигналов, равного заданному числу n , формирует на своем выходе сигнал об окончании второго цикла преобразования, в течение которого счетчик 17 производит вычитание количества импульсов, поступивших на его С-вход от кварцевого генератора 1. В момент окончания второго цикла преобразования сигнал с выхода счетчика 16 поступает на С-вход триггера 12 и устанавливает его в состояние логического нуля. При этом с первого (инвертирующего) выхода триггера 12 на С-вход триггера 13 поступает сигнал, который устанавливает триггер 13 в состояние логической единицы. Сигнал с инвертирующего выхода (первый выход) триггера 13 поступает на четвертый вход управляемого формирователя 11 импульсов, запрещая формирование стробирующих импульсов на его выходе, а сигнал с второго (неинвертирующего) выхода триггера 13, поступающий на Е-вход счетчика 17 запрещает счет импульсов, поступающих на его С-вход от кварцевого генератора 1.

Таким образом, по окончании второго цикла преобразования на выходе второго счетчика 17 формируется код N , несущий информацию об измеряемой величине.

С появлением на выходе первого формирователя 3 импульсов следующего импульса начинается новый цикл измерения, аналогичный описанному выше.

На выходе счетчика 17, являющемся выходом устройства, формируется код N , определяемый выражением

$$N = N_0 + N_1 - N_2, \quad (1)$$

где N_0 - заданное начальное значение кода, записываемое в счетчик 17 в момент начала цикла измерения;

N_1 - число импульсов, поступивших в счетчик 17 с выхода кварцевого генератора 1 в течение первого цикла преобразования;

N_2 - число импульсов, поступивших в счетчик 17 с выхода кварцевого генератора в течение второго цикла преобразования.

Время первого цикла преобразования T_1 определяется формулой

$$T_1 = \frac{2 L_1}{V} n, \quad (2)$$

где L_1 - расстояние от излучающей поверхности электроакустического преобразователя 18 до отражающей поверхности первого отражателя 19, м;

V - скорость звука в исследуемой среде, м/с;

n - заданное число эхо-сигналов, подсчитываемое счетчиком 16.

Время второго цикла преобразования T определяется выражением:

$$T_2 = \frac{2 L_2}{V} n = \frac{2 (L_1 + L)}{V} n, \quad (3)$$

где L_2 - расстояние от излучающей поверхности электроакустического преобразователя 18 до отражающей поверхности второго отражателя 20, м;

L - расстояние между отражающими поверхностями первого 19 и второго 20 отражателей, м.

Число импульсов N_1 , поступивших в счетчик

17 от кварцевого генератора 1 за время T_1

$$N_1 = T_1 \cdot f_0 = \frac{2L_1}{V} n \cdot f_0, \quad (4)$$

где f_0 - частота колебаний кварцевого генератора 1, Гц.

Число импульсов N_2 , поступивших в счетчик 17 от кварцевого генератора 1 за время T_2 :

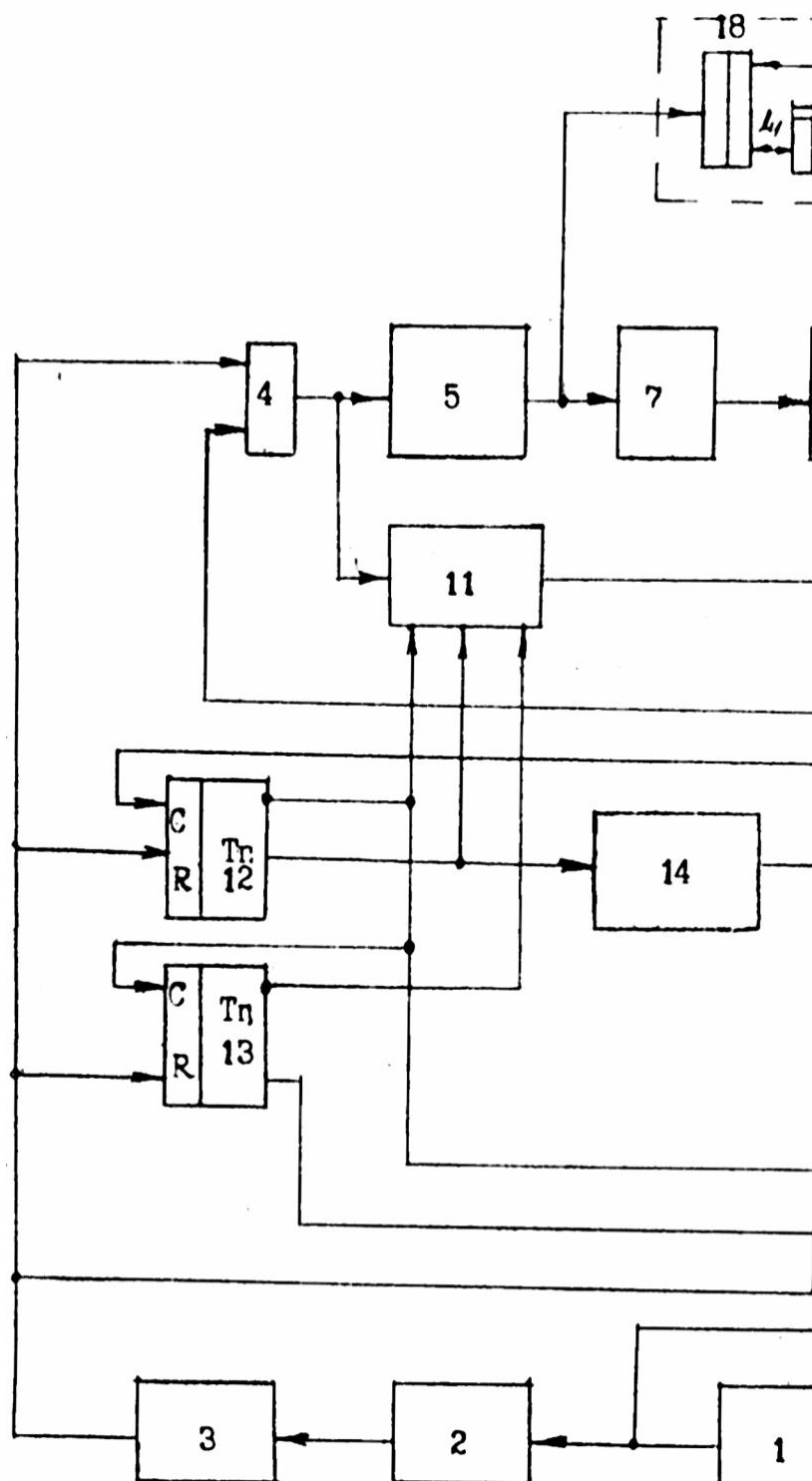
$$N_2 = T_2 \cdot f_0 = \frac{2(L_1 + L)}{V} n \cdot f_0, \quad (5)$$

На основании (1), (4), (5) функция преобразования устройства определяется выражением

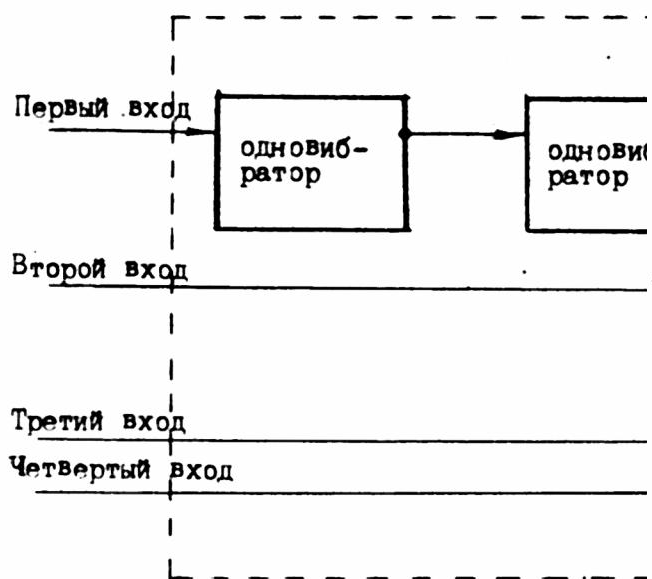
$$N = N_0 - \frac{2L}{V} \cdot n \cdot f_0. \quad (6)$$

Измеренное значение скорости звука определяется выражением

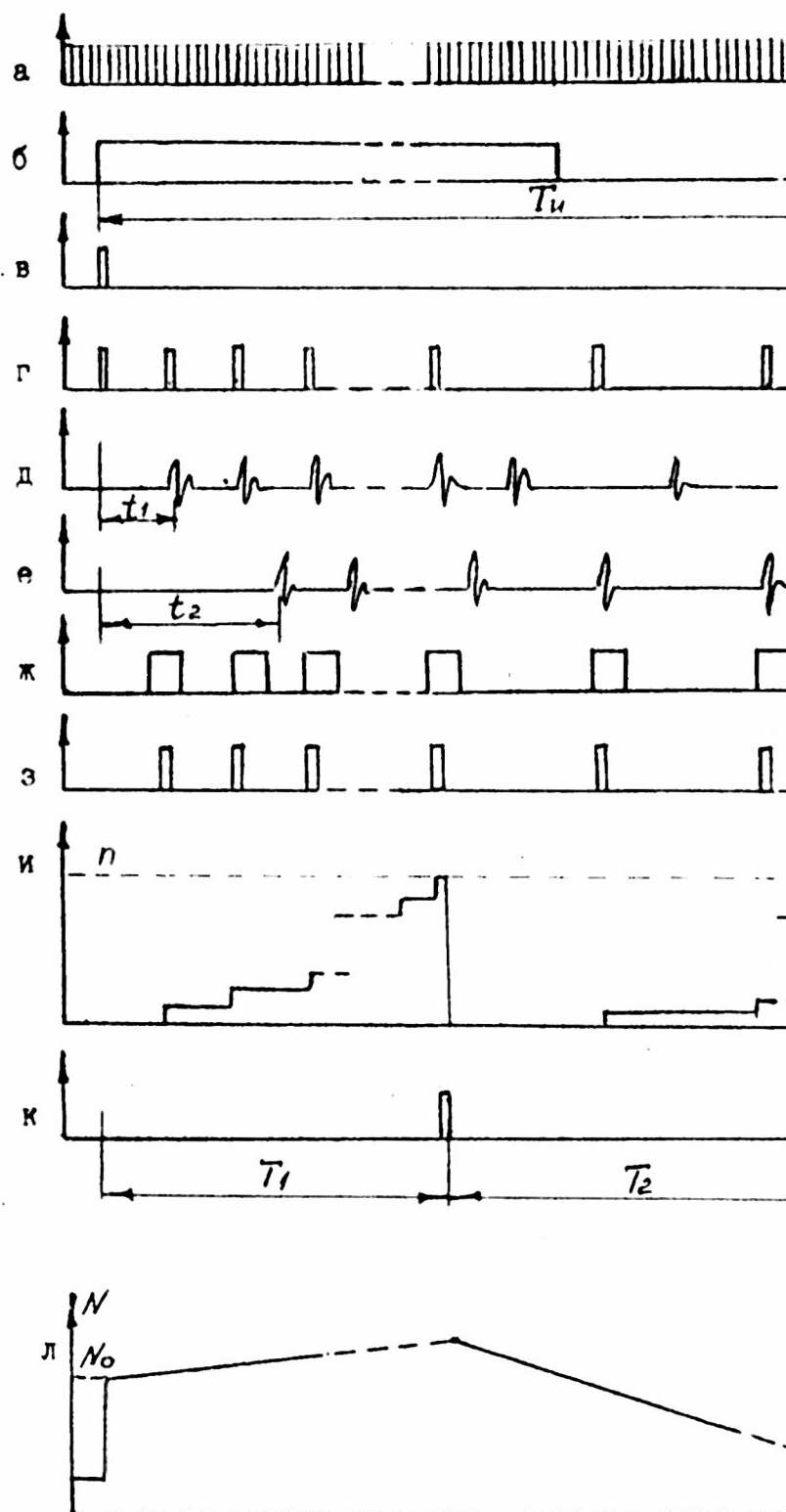
$$V = \frac{2L \cdot n \cdot f_0}{N_0 - N}. \quad (7)$$



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3