

тур. Поэтому создание методик анализа, определения характеристик, расчёта параметров структурных схем систем с ДФ является актуальной задачей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Залогин Н.Н., Скнарня А.В.* // Материалы XIII Всесоюзной конференции «Радиолокация, навигация, связь». Воронеж, 2007.
2. *Гостев В.С. и др.* Дисперсия сигнала параметрической антенны в мелком море // Нелинейные акустические системы: Сб. науч. статей. – Ростов-на-Дону, – 2008. С.27–37.
3. *Мусатова М.М., Черняховская Г.Л.* // Материалы Международной научно-технической конференции «Информационный подход в естественных, гуманитарных и технических науках». Ч.4. Информационный анализ радиотехнических систем и устройств». Таганрог, 2004. – С.43.
4. *Полищук А.* / Программируемые аналоговые ИС Anadigm: весь спектр аналоговой электроники на одном кристалле. Первое знакомство // Современная электроника. 2004. №12. – С.8.
5. *Гауси М., Лакер К.* Активные фильтры с переключаемыми конденсаторами: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986.

Скнарня Анатолий Васильевич

Научно-исследовательский институт приборостроения им. В.В. Тихомирова

E-mail: sknarya.a@otd301.niip.ru

140180, Россия, Жуковский, Московской обл., Гагарина, 3, тел.: 8(495) 556-99-68

Мосолов Сергей Сергеевич

E-mail: sknarya.a@otd301.niip.ru

Sknarya Anatoly Vasilievich

Scientific Institute of Priborostroeniya

E-mail: sknarya.a@otd301.niip.ru

3, Gagarina str., Zhukovsky, Moscow region, 140180, Russia, Ph.: (495) 556-99-68

Mosolov Sergei Sergeevich

E-mail: sknarya.a@otd301.niip.ru

УДК 551.463.22.083

Г. Н. Серавин, И. И. Микюшин

ЛАБОРАТОРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ ЗВУКА В ЖИДКОСТИ

Для лабораторных исследований создан малогабаритный измеритель скорости звука в жидкости, состоящий из импульсно-циклического датчика и блока питания. Вывод измерительной информации осуществляется на частотомер. Проведенные испытания показали стабильность измерения скорости звука не хуже $\pm 0,1$ м/с при температуре воды от +2 до +38⁰С.

Скорость звука; измерительный преобразователь; акустический импульс; акустическая база; электронный блок.

G.N. Seravin, I.I. Mikyshin

LABORATORY INSTRUMENT OF SOUND VELOCITY IN FLUID

For laboratory researches the small-sized measuring instrument of speed of a sound in a liquid, consisting of the impulsno-cyclic gauge and a power unit is created. The conclusion of the measuring information is carried out on a frequency metre. The conducted tests have shown stability of measurement of speed of a sound not worse $\pm 0,1m/sec$ with at temperature of water from $+2$ to $+38^{\circ}C$.

Speed of a sound; the measuring converter; acoustic impulse; acoustic base; the electronic block.

Сопоставление результатов прямых и косвенных измерений скорости звука в воде позволяет получить информацию о наличии в ней свободных и растворенных газов, посторонних частиц и веществ [1-5], то есть об уровне ее загрязненности.

Известная морская аппаратура для измерения скорости звука, выполненная и в переносном варианте, по своим массогабаритным характеристикам практически не пригодна для работы в помещении. Нами был разработан и изготовлен малогабаритный измеритель скорости звука в жидкости (МЛИСЗ), который предназначен для использования в лабораторных условиях.

МЛИСЗ состоит из импульсно-циклического измерительного преобразователя (датчика) скорости звука и блока питания (выпрямитель напряжения сети ≈ 220 В 50 Гц в постоянное стабилизированное напряжение 12 В).

Датчик скорости звука включает акустическую базу – первичный измерительный преобразователь с герметичным кабелем длиной около 1,5 м и электронный блок – промежуточный измерительный преобразователь.

Акустическая база датчика содержит (рис.1) акустический преобразователь Пр и отстоящий от него на фиксированном расстоянии d акустический отражатель Отр. Промежуточный измерительный преобразователь состоит из усилителя У, ждущего импульсного генератора ЖИГ и схемы автозапуска САЗ.

Измерительный преобразователь скорости звука функционирует следующим образом. Когда датчик находится в воздухе, с выхода схемы автозапуска САЗ (см. рис.1) импульсы с относительно малой частотой следования поступают на вход 2 ждущего импульсного генератора ЖИГ и запускает его. При погружении акустической базы датчика в воду импульс ждущего генератора ЖИГ ударно возбуждает акустический преобразователь Пр, от которого акустические радиоимпульсы многократно распространяются в воде до акустического отражателя Отр и обратно к акустическому преобразователю Пр. Электрический радиоимпульс, соответствующий второму принятому акустическому, через усилитель У поступает на вход 1 запуска ждущего импульсного генератора ЖИГ.

Время двойного распространения акустического импульса от акустического преобразователя Пр до акустического отражателя Отр и обратно значительно меньше периода следования импульсов схемы автозапуска САЗ, поэтому ждущий импульсный генератор ЖИГ запустится по входу 1 принятым импульсом. Очередной импульс с выхода ЖИГ ударно возбудит акустический преобразователь Пр, соответствующий принятый радиоимпульс опять запустит ждущий импульсный генератор ЖИГ и так далее. Измерительный преобразователь (датчик) скорости звука будет функционировать в импульсно-циклическом режиме. На выходе ждущего импульсного генератора ЖИГ будет иметь место последовательность импульсов с частотой следования

$$f_c \approx C/(4d), \quad (1)$$

где C – скорость звука в исследуемой жидкости.

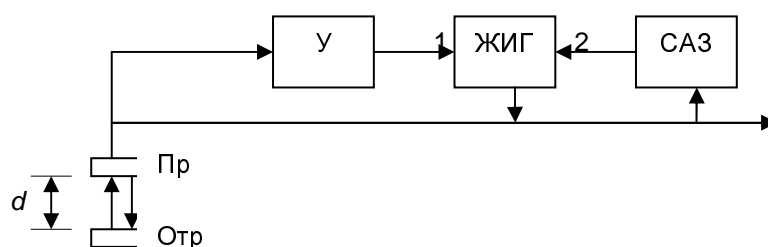


Рис. 1. Структурная схема измерительного преобразователя скорости звука

Эти импульсы подаются на выход датчика и частота их следования измеряется электронно-счетным частотомером. Они также поступают на вход схемы автозапуска САЗ и прерывают ее работу. Если по какой-либо причине, например, попадания между акустическими преобразователем и отражателем относительно крупного газового пузырька, невозможен прием акустического сигнала, то прекратится импульсно-циклическое функционирование датчика скорости звука и на вход схемы автозапуска САЗ не будут поступать импульсы с частотой следования f_c . Схема САЗ автоматически включится и на вход 2 ждущего импульсного генератора ЖИГ начнут подаваться запускающие импульсы до восстановления импульсно-циклического процесса запуска ждущего импульсного генератора ЖИГ по входу 1 принятыми импульсами.

Схема автозапуска САЗ состоит из последовательно электрически соединенных делителя частоты следования импульсов 1:4 (микросхема КР564ИЕ10), частоточувствительной схемы (конденсаторно-диодного частотомера), аналогового ключа (микросхема КР564КТ3) и автоколебательного импульсного генератора. Ждущий и автоколебательный импульсные генераторы датчика выполнены на микросхемах 1006 ВИ1 (интегральный таймер). В генераторе ЖИГ входом запуска 2 является вывод контроля внутреннего делителя 1006 ВИ1, электрически развязанный от основного входа запуска 1.

В акустической базе $d=0,025$ м, тогда согласно (1) при изменении скорости звука в исследуемой жидкости от 1400 м/с до 1600 м/с, частота следования импульсов f_c на выходе МЛИСЗ будет соответственно изменяться от 14000 до 16000 Гц. Показания электронно-счетного частотомера соответствуют выражению

$$C, \text{ м/с} \approx 0,1 \cdot f_c, (\text{Гц}).$$

Абсолютная погрешность измерения скорости звука в основном определяется точностью градуировки (поверки) МЛИСЗ и не зависит от изменений напряжения сети (блок питания стабилизированный) и температуры, так как основание акустической базы выполнено из инвара, а электронная часть аппаратуры всегда находится в нормальных условиях. Лабораторные испытания показали, что при температуре воды от +2 до +38⁰С стабильность показаний МЛИСЗ по скорости звука составляет не хуже $\pm 0,1$ м/с.

Массогабаритные характеристики составных частей МЛИСЗ:

- 1) акустическая база (без кабеля) – габариты 70 x 28x50 мм, масса ~0,12 кг;
- 2) электронный блок – габариты 90 x 65 x 55 мм, масса ~0,15 кг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hayre H.S. An Ultrasonic ocean oil pollution monitor.- In: Ocean 73. IEEE Intern. Conf. Eng. Ocean Environmental. Seattle. Wash. 1973. N.Y. 1973. P. 234 – 240.

2. *Kieffer S.W.* Sound speed in liquid-gas mixtures: water-air and water-steam // *J. Geophys. Res.* 1977. Vol. 82. №20. P. 2895- 2904.
3. *Бабий В.И.* Исследование влияния сероводорода на скорость распространения звука в Черном море // Матер. конф. «Совершенствование управления развитием рекреационных систем. Севастополь. 23 – 25 окт. 1986 г. Ч.2». МГИ АН УССР. Севастополь. 1987. С. 251– 258. (Рук. депонир. в ВИНТИ 11.08.87. № 5804-В87).
4. *Владимиров Ю.Н., Городецкий А.Е., Кузьмин П.П., Карменов В.Г.* Контроль загрязнений с использованием акустических резонаторов. Сб. трудов «Предотвращение загрязнений внутренних водоемов и охрана труда на речном транспорте». Л. 1987. С. 89-102.
5. *Азаренко Е.В.* Акустическое обнаружение эмульгированных нефтепродуктов в восточной части Черного моря // *Акустичний вісник.* 2006. Том 9. № 1. С. 39.

Серавин Георгий Николаевич

Научно-исследовательский центр Радиоэлектронного вооружения

E-mail: mikyshin-igor@mail.ru

140180, Россия, Санкт-Петербургская обл., Жуковский, ул. Дворцовая, 2, тел.:

8(495) 3789673

Микушин Игорь ИвановичE-mail: mikyshin-igor@mail.ru**Seravin Georgy Nikolaevich**

The Naval Research Center of Electronics

E-mail: mikyshin-igor@mail.ru

2, Dvortsovay str., St. Petersburg region, Pushkin, 140180, Russia, Ph.:+7 (495)

3789673

Mikyshin Igor IvanovichE-mail: mikyshin-igor@mail.ru

УДК 551.501.816

В. М. Сидоренко**ЭКСПРЕССНЫЕ ФЛУОРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА
ВОДНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Предложены методы экспрессного количественного определения концентрации хлорофилла и первичной продукции в водных районах на основе экспериментальных флуориметрических данных, полученных "in situ". Проведен сравнительный анализ результатов использования предложенных экспрессных методов и традиционных методов, основанных на экстракции хлорофилла из проб воды.

Вода; флуоресценция; фитопланктон; первичная продукция; хлорофилл; концентрация; фотоадаптация.

В.М. Sidorenko**EXPRESS FLUOROMETRIC METHODS OF WATER ECOLOGICAL
SYSTEMS MONITORING**