

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ  
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 551.466.8

АВТОНОМНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВНУТРЕННИХ ВОЛН  
НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ДАТЧИКА ТЕМПЕРАТУРЫ

© 2019 г. Д. М. Денисов<sup>а</sup>, А. Н. Серебряный<sup>а,б</sup>

Поступила в редакцию 05.09.2018 г.

После доработки 05.09.2018 г.

Принята к публикации 13.09.2018 г.

DOI: 10.1134/S0032816219020058

Для измерений внутренних волн в океанах и морях применяются как контактные, так и неконтактные (дистанционные) методы. Наиболее распространены контактные методы измерений на основе регистрации изменений температуры водного столба вертикальными гирляндами точечных датчиков температуры. Альтернативой гирляндам температурных датчиков для измерений внутренних волн служит распределенный датчик температуры (р.д.т.), предложенный в [1]. Р.д.т. измеряет среднюю температуру охватываемого им слоя, адекватно отслеживая вызванные внутренними волнами колебания температуры. Его главное преимущество перед точечным датчиком в том, что его запись лишена искажений, которую привносит тонкоструктурная изрезанность вертикального профиля температуры, обычно присутствующая в реальных океанских или морских условиях. Р.д.т. хорошо зарекомендовали себя при измерениях на шельфах со стационарных платформ [2] и при измерениях в глубоком океане с дрейфующих или буксируемых судов [3]. Недостатком предыдущих измерений на основе р.д.т., которые помещались в водную среду, была необходимость связывать их соединительными проводами с регистраторами, находящимися на удалении. Предложенный измеритель внутренних волн лишен этого недостатка, поскольку р.д.т. непосредственно соединен с записывающей аппаратурой (накопителем информации), выполненной в компактном корпусе, который вместе с датчиком опускается в водную среду на необходимое для измерений время.

Автономный измеритель внутренних волн, внешний вид которого показан на рис. 1, конструктивно состоит из р.д.т. 2 длиной 20 м и записывающего устройства 1. Р.д.т. выполнен из сталемедного

провода, защищенного от воды изоляционным покрытием.

Погонное сопротивление провода 5 Ом/м, температурный коэффициент сопротивления 0.36 Ом/К, постоянная времени 20 с. Записывающее устройство предназначено для периодической записи значений температуры, получаемых от р.д.т. Корпус устройства – цилиндрический герметичный, выполнен из диэлектрического материала (полиацеталь) и может устанавливаться в воде на глубинах до 200 м. Р.д.т. подключен к корпусу через кабельный ввод в нижней крышке. Для включения, настройки прибора и считывания архива данных температуры используется радиосвязь стандарта NFC (Near Field Communication). Рамочная антенна NFC размещена под верхней крышкой устройства. Чтобы произвести обмен данными необходимо поднести смартфон к верхней крышке устройства. Данные на смартфоне сохраняются в виде текстового файла, который можно легко отправить по почте или скопировать на персональный компьютер. Две батарейки типа

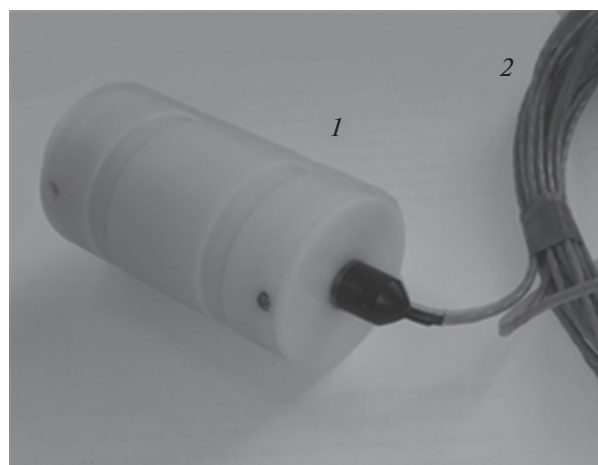


Рис. 1. Автономный измеритель внутренних волн. 1 – записывающее устройство; 2 – р.д.т. 20 м.

<sup>а</sup> Акустический институт им. академика Н.Н. Андреева, Россия, Москва

<sup>б</sup> Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Россия, Москва

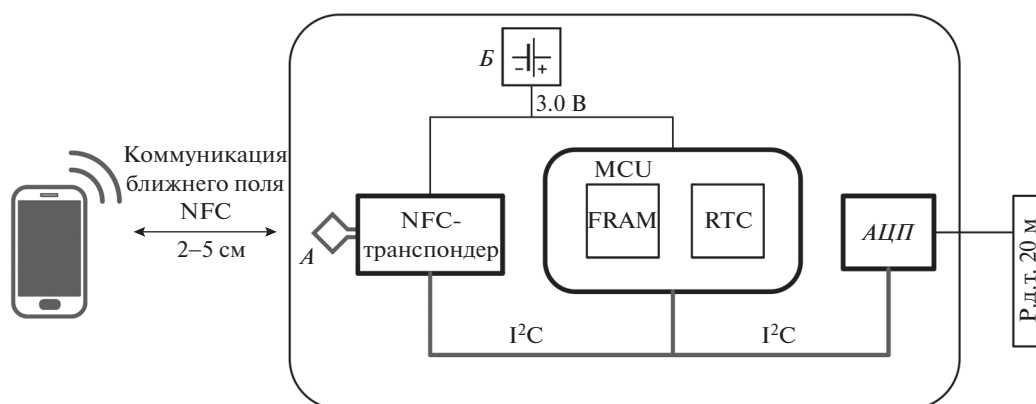


Рис. 2. Структурная схема измерителя внутренних волн.

ААА обеспечивают непрерывную работу прибора в течение нескольких месяцев.

Записывающее устройство состоит из микроконтроллера MCU с ферроэлектрической памятью FRAM и часами реального времени RTC, 24-разрядного аналого-цифрового преобразователя АЦП, коммуникационного транспондера с антенной А и батареи Б (рис. 2). АЦП и транспондер соединены с микроконтроллером шиной I<sup>2</sup>C. Сопротивление датчика (р.д.т.) преобразуется в код, сохраняемый в памяти микроконтроллера.

Основные технические параметры прибора: диапазон измеряемых температур 0–35°C; разрешающая способность по температуре – 0.03°C; емкость архива – 5500 измерений (около 4 суток, 1 раз/мин); габариты устройства Ø60 × 150 мм.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФАНО России (тема № 0149-2019-0011) и

при частичной поддержке РФФИ (грант № 17-05-40016).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коняев К.В., Сабинин К.Д. // Докл. АН СССР. 1973. Т. 209. № 1. С. 86.
2. Иванов В.А., Коняев К.В., Серебряный А.Н. // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1981. Т. 17. № 12. С. 1302.
3. Сабинин К.Д., Назаров А.А., Серебряный А.Н. // Изв. АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1990. Т. 26. № 8. С. 847.

Адреса для справок: Россия, 117036, Москва, ул. Шверника, 4, Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева; Россия, 117997, Москва, Нахимовский просп., 36, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Тел. 89161106453. E-mail: serebryany@hotmail.com