

УДК 551.465

## МОРСКИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И НОВЫЕ КАНАЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

© 2015 г. Г. В. Смирнов, А. Л. Оленин

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва*

*e-mail: gvsmirnov@ocean.ru; olenant@hotmail.com*

Поступила в редакцию 24.06.2013 г., после доработки 28.08.2014 г.

В статье приведены результаты анализа развития и построения океанографических информационно-измерительных систем в 60–70 и 80–90-х годах и рассмотрены основные принципы построения современных систем измерения океанографических параметров. Представлена разработка технологической платформы многоканальных гидролого-оптико-химических измерительных комплексов, позволяющей объединять традиционные и вновь разрабатываемые каналы измерения океанографических параметров.

DOI: 10.7868/S0030157415020185

Экспериментальные исследования Мирового океана, выполненные во второй половине 20-го века привели к открытию в эксперименте “Полигон-70” синоптической изменчивости океана и открытию синоптических вихрей. Дальнейшее исследование синоптических вихрей выполнялось в международном эксперименте “ПОЛИМОДЕ”, где были существенно развиты технологии комплексных наблюдений состояния океана с использованием искусственных спутников Земли (ИСЗ), свободно дрейфующих буйковых станций (дрифтеров) и методов усвоения разнородных наблюдений в моделях состояния морской среды.

Работы по дальнейшему развитию методов мониторинга синоптических процессов в океане с помощью ИСЗ и контактных наблюдений с дрифтеров были продолжены в Морском гидрофизическом институте (МГИ, г. Севастополь) в рамках программы “Океан”. В концентрированном виде наблюдательную и методическую основы методов оперативного мониторинга и прогноза состояния морской среды освещают монографии [1, 2], подготовленные коллективами авторов Института океанологии им. П.П. Ширшова (ИО РАН) и МГИ.

Одновременно с проведением эксперимента “Полигон-70”, международного эксперимента “ПОЛИМОДЕ” и программы “ОКЕАН” планировались и разворачивались работы по программе “Разрезы” с целью разработки теории долгосрочного прогноза погоды и теории климата.

Программа “Разрезы” была посвящена, в том числе, разработке средств, методов и систем наблюдений, которые позволяют обеспечивать разрабатываемые модели климата и долгосрочного прогноза погоды необходимыми экспериментальными данными. Выполненная часть работы

по этой программе является хорошей основой для создания систем диагноза и прогноза состояния океанических бассейнов.

Подводя итоги экспериментальных исследований Мирового океана во второй половине 20 века, надо отметить, что проблема обеспечения всех проектов моделирования климата необходимыми экспериментальными данными остается актуальной. В этой связи возникают следующие требования к техническому и методическому обеспечению гидрофизического зондирования.

Необходима разработка принципиально новых технологий и технических средств экспериментальных исследований на подспутниковых полигонах. Создание новых измерительных каналов и приборов, позволяющих: производить прямые измерения *in situ* горизонтальных и вертикальных скоростей течений в водной толще; осуществлять в морской воде определение концентрации минеральной взвеси и взвешенного органического вещества; регистрировать наличие и концентрацию растворенных в морской воде веществ. Новые измерительные каналы характеризуются высокой частотой опроса и большими массивами передаваемой информации. Функционирование таких каналов возможно только при использовании волоконно-оптических технологий связи между погружаемыми и судовыми устройствами измерительных комплексов.

Таким образом, для разработки технических средств, удовлетворяющих сформулированным требованиям, целесообразно создать технологическую платформу, позволяющую: а) обеспечивать интеграцию, в составе базового информационно-измерительного комплекса технологической платформы, любых существующих каналов измерения океанологических параметров; б) ас-

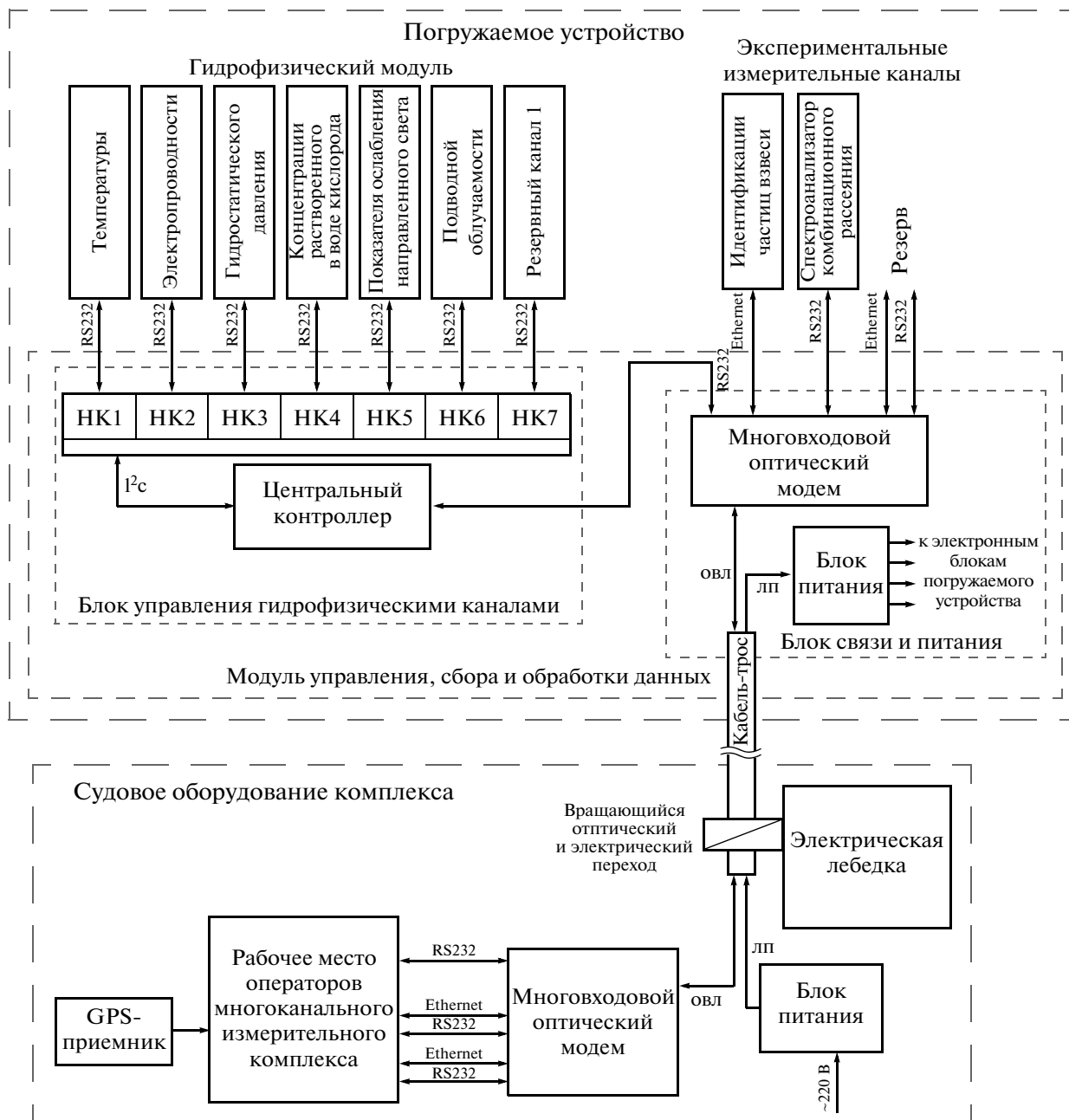
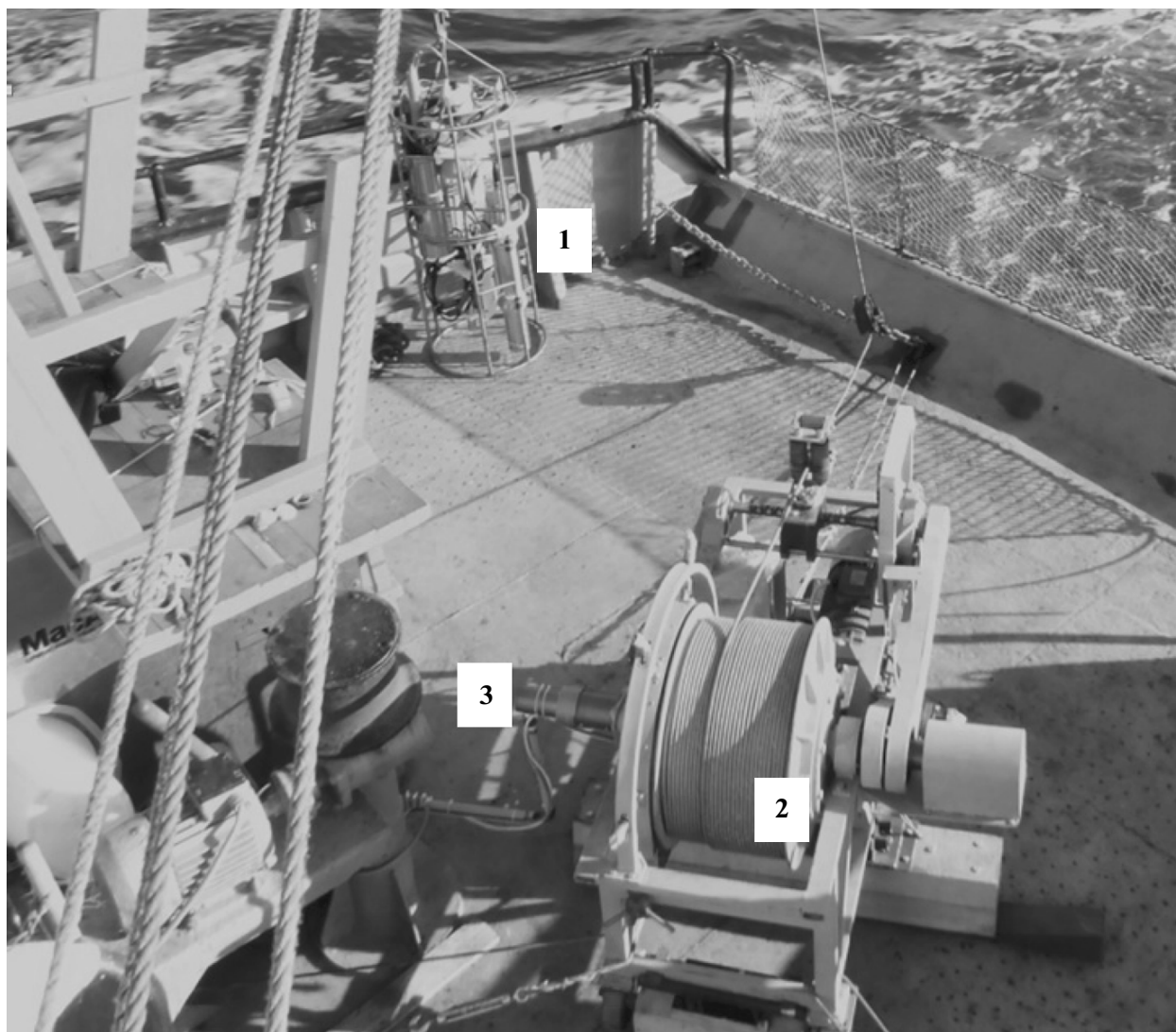


Рис. 1. Функциональная схема МГОХК.

симилировать в базовый комплекс технологической платформы новые измерительные каналы, такие как, например, канал идентификации и определения концентрации минеральной взвеси и взвешенного органического вещества в морской воде; в) обеспечивать измерительный комплекс мощной системой электропитания.

В ИО РАН создана специальная технологическая платформа для разработки, испытаний и аттестации новых измерительных каналов параметров морской среды. Технологическая платформа включает в себя: а) функциональную схему многоканаль-

ного измерительного гидролого-оптико-химического комплекса; б) волоконно-оптическую линию связи, включающую кабельную лебедку с вращающимся волоконно-оптическим переходом, волоконно-оптический кабель-трос и многоканальные оптические модемы (мультиплексоры) погружаемого и судового устройства, в) погружаемое гидролого-оптико-химическое измерительное устройство; г) бортовое устройство, включающее: рабочее место оператора (электронный блок, бортовая ЭВМ и GPS-приемник), блок питания технологической платформы и линию связи, упомянутую выше.

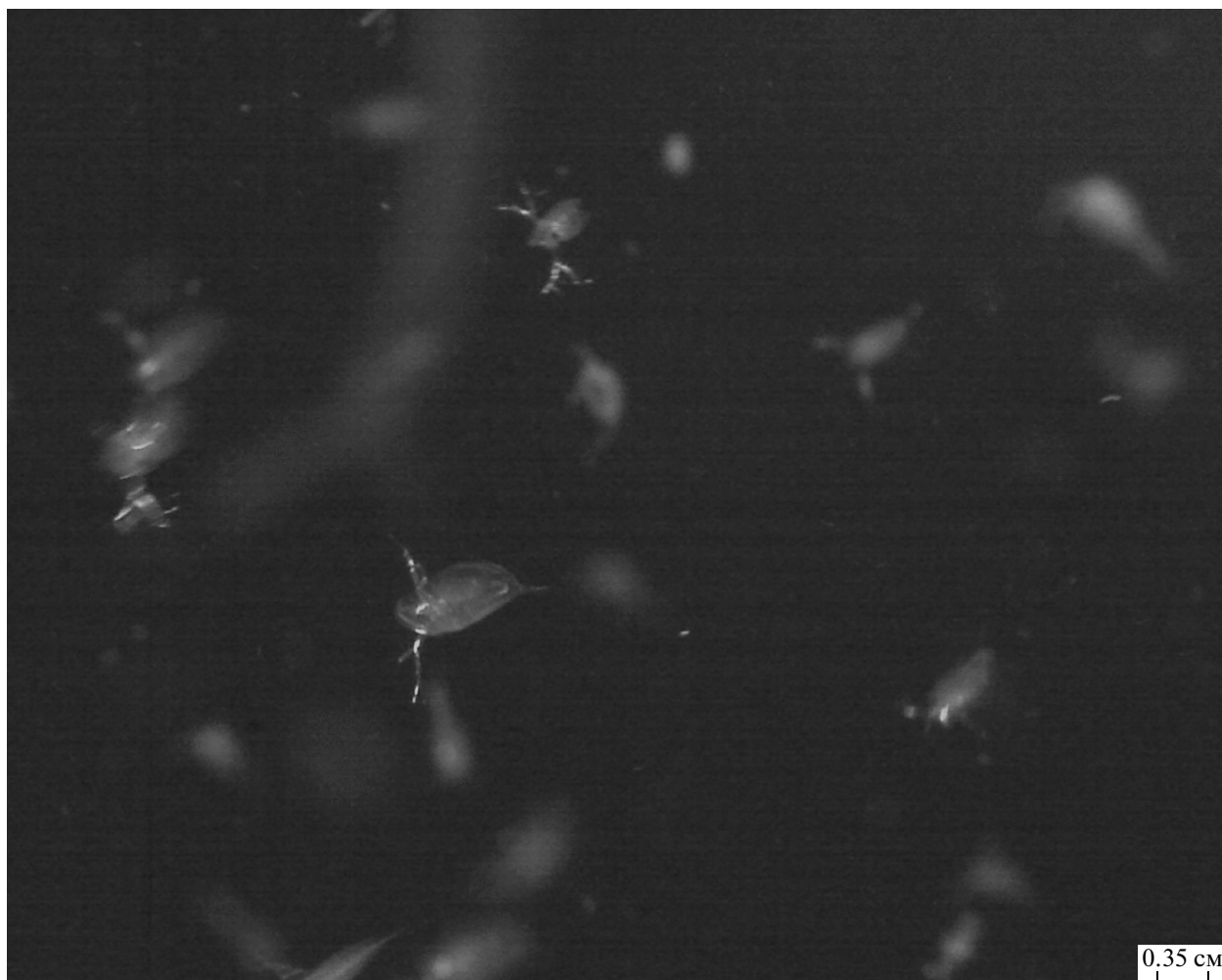


**Рис. 2.** Общий вид комплекса технологической платформы МГОХК на палубе НИС «Денеб» во время морских испытаний в Черном море в 2013 г. 1 – погружаемое устройство МГОХК, 2 – специализированная морская лебедка с оптоволоконным кабель-тросом, 3 – оптико-электрический оригинальный вращающийся переход.

Функциональная схема многоканального измерительного гидролого-оптико-химического комплекса (МГОХК) технологической платформы приведена на рис. 1. Разработанная структура схемы обеспечивает интеграцию в своем составе существующих измерительных океанологических каналов и позволяет расширять функции комплекса за счет включения в его состав вновь создаваемых измерительных каналов. Комплекс может функционировать в двух режимах. Во-первых, может быть обеспечен режим работы аналогично гидрологическим зондам с передачей информации по кабель-тросу без использования волоконно-оптической линии связи (левая часть функциональной схемы, 1–6 – измерительные и 7 – резервный каналы) [3]. Во-вторых, информация, получаемая всеми каналами, может передаваться через нормализующие контроллеры, центральный

контроллер, многоходовой оптический модем (мультиплексор), волоконно-оптическую линию связи, вращающийся оптический переход, бортовой многоходовой оптический модем (демультиплексор) на рабочее место оператора МГОХК. Такая схема построения позволяет одновременно использовать оба режима сбора и передачи информации.

После разработки функциональной схемы МГОХК технологической платформы и его лабораторных испытаний были сформулированы требования к основным узлам технологической платформы с учетом оснащения ее погружаемого и бортового устройств волоконно-оптической линией связи. Детальная проработка показала, что целесообразно использовать кабель-трос с одной рабочей и одной резервной волоконно-оптическими жилами. В процессе разработки



**Рис. 3.** Видео кадр, полученный камерой измерительного канала регистрации частиц взвеси в морской воде в процессе морских испытаний МГОХК. На изображении идентифицируются представители черноморского планктона.

МГОХК были подготовлены и согласованы с предприятием-изготовителем Технические задания на специальную волоконно-оптическую кабель-тросовую лебедку, сопутствующие изделия и устройства, заключен договор и изготовлено устройство. Ниже приведены технические характеристики специальной лебедки:

объем для кабель-троса D9.4мм, м	350
тяговое усилие, кг	200
габариты, мм	1400 × 900 × 1000
масса (с кабель-тросом), кг	420
электрический токопереход	8 дорожек
оптический вращающийся переход	1 канал

Лебедка оснащена ленточным тормозом с ручным винтовым приводом, и дублированным храповым механизмом автоматического стопора барабана. Оптико-волоконный канал обеспечивает 4-х канальную передачу информации в формате

FastEthernet 100Mbit и одноканальную в формате RS485. Кабель-трос имеет следующие характеристики:

сигнальные жилы	две одномодовые волоконные жилы,
токоведущие жилы	одна витая пара $2 \times 0.35 \text{ мм}^2$ две силовые жилы $0.7 \text{ мм}^2$
внешний диаметр, мм	9.4
количество повивов грузонесущей оплетки	2
разрывная нагрузка, кН	55
максимально допустимая нагрузка по условию работоспособности оптических волокон, кН	18

На рис. 2 приведен общий вид комплекса технологической платформы МГОХК и погружаемое устройство в процессе морских испытаний

макета технологической платформы и новых измерительных каналов. Зондирования производились в Черном море в окрестности Голубой бухты (г. Геленджик) на глубинах до 200 м. Были получены зависимости распределения по глубине значений: температуры морской воды, электрической проводимости, концентрации растворенного в воде кислорода, показателя ослабления направленного света и гидростатического давления. Сравнение характеристик с известными, подтвердило высокое качество разработки традиционных каналов и системы передачи информации.

На рис. 3. Приведено видео изображение объема морской воды внутри измерительной камеры канала идентификации частиц взвеси в морской воде. На изображении идентифицируются представители черноморского планктона. Размер видео кадра по диагонали составляет 10 мм.

Проведенные испытания показали высокую надежность разработанного макета МГОХК технологической платформы, позволяющего получать качественно новые в информационном плане данные о состоянии морской среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Коротаев Г.К., Еремеев В.Н.* Введение в оперативную океанографию Черного моря. Севастополь: НПЦ “ЭКОСИ – Гидрофизика”, 2006. 382 с. 134 рис. 28 табл.
2. *Смирнов Г.В., Еремеев В.Н., Агеев М.Д. и др.* Океанология. Средства и методы океанологических исследований. М.: Наука, 2005. 795 с.
3. *Смирнов Г.В., Кушнир В.М., Шадрин А.Б., Шамрай Б.В.* Зондирующий комплекс профиля скоростей течения. Авторск. свид. 1070484 СССР, МКИ<sup>3</sup> G01P5/11, № 3502837/18-10. Оpubл. 30.02.83. Бюлл. № 4. 1983.

### **Marine Information and Measurement Systems and New Channels of Hydro-Parameters Measurements**

**G. V. Smirnov, A. L. Olenin**

The results of analysis of the development and construction of oceanographic information-measuring systems in the 60–70 and 80–90s and the basic principles of modern systems of measuring oceanographic parameters. Presents the development of a technological platform multi-channel fiber-hydrological-chemical measurement systems, lets you combine traditional and newly developed measurement channels oceanographic parameters.