

# ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ МОРСКОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН ИПМТ ДВО РАН

**Г.Ю. Илларионов, Е.А. Купцов, Ю.В. Матвиенко**

Институт проблем морских технологий ДВО РАН  
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 5а, тел./факс: (4232) 432416,  
e-mail: [kea@marine.febras.ru](mailto:kea@marine.febras.ru)

В докладе рассматриваются вопросы создания Испытательного морского метрологического полигона ИПМТ ДВО РАН для решения проблем метрологического обеспечения испытаний необитаемых подводных аппаратов (НПА): автономных НПА (АНПА) и телеуправляемых НПА (ТНПА) на всех стадиях их жизненного цикла.

## **Введение**

Институтом проблем морских технологий ДВО РАН за 35 - ти летний период было внедрено в практику около 20 типов необитаемых подводных аппаратов (НПА), предназначенных для работы в океане, подо льдом, на шельфе и в протяженных водоводах [1,2].

Испытания НПА и оценка их эффективности являются важной составной частью процесса развития технологий необитаемых подводных аппаратов и объективной информацией (протоколы, аттестаты, сертификаты) для потребителя, влияющей на принятие им решения о приобретении НПА.

Комплекс проблем, связанных с испытаниями НПА (и связанных с этим измерений многих величин), становится все более насущным, а оборудование, необходимое для обеспечения испытаний, - все более сложным и дорогостоящим [2-4].

В этой связи на базе существующей инфраструктуры ИПМТ ДВО РАН создан Центр по производству, изготовлению и испытаниям автономных необитаемых аппаратов, выделена значительная площадь на берегу бухты Троицы залива Посыет под Морскую экспериментальную базу ИПМТ.

Бухта Троицы несколько десятилетий используется институтом в качестве морского полигона для испытаний автономных необитаемых подводных аппаратов (АНПА) и их систем по программам и методикам, согласованными между институтом и заказчиком НПА на двухсторонней основе.

Однако для оценки современных технологий и создания потенциально новых составных частей НПА необходима разработка методов объективной оценки и сравнения технических характеристик различных НПА, что невозможно без наличия единых измерительных систем и единых методик проведения измерений.

Особенностью метрологического обеспечения АНПА и его составных частей является необходимость проведения части калибровочных и аттестационных работ в натуральных морских условиях. В первую очередь это относится к системам навигации и определения координат и систем технического зрения.

Необходим испытательный морской метрологический полигон, аттестованный в установленном порядке и имеющий право проводить полигонные, исследовательские, государственные, межведомственные (приемочные), предварительные (контрольные), аттестационные и сертификационные испытания НПА и выдавать признаваемыми всеми заинтересованными сторонами один или несколько отчетных документов - акта и отчета испытаний, протокола испытаний, сертификата соответствия или свидетельства об аттестации.

## 1. Номенклатура и нормированные параметры АНПА и его составных частей

Методы контроля технического состояния АНПА и их составных частей, основные метрологические требования к методикам выполнения измерений (МВИ) и средствам измерений и испытаний, номенклатура типов средств измерений используемых для метрологического обеспечения АНПА изложены в нормативных документах:

- Программа и методика аттестации установки гидравлической высокого давления.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Электромагнитный искатель. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Бортовая навигационная система. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Гидроакустическая навигационная система и система связи. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Система радиосвязи. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Система энергообеспечения. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Телевизионная система. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Гидролокаторы бокового обзора. Технические условия.
- Опытный образец поисково-обследовательского автономного необитаемого подводного аппарата. Донный профилограф. Технические условия.
- Датчик глубины тензометрический. Инструкция по поверке и градуировке
- Датчик глубины тензометрический. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.
- Измеритель гидрологических параметров. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.

Приведенные методы контроля неоднократно применялись при испытаниях и эксплуатации АНПА, ранее созданных в ИПМТ ДВО РАН.

Номенклатура и нормированные параметры АНПА и его составных частей, требования к погрешности их измерений определяются техническим заданием на разработку и создание АНПА и представлены в таблице 1. Кроме параметров АНПА, указанных в техническом задании, в таблице 1 также приведены основные параметры, определяющие конструктивные и эксплуатационные характеристики АНПА. Эти параметры установлены на основании многолетнего опыта создания и эксплуатации в ИПМТ ДВО РАН различных АНПА [1,2].

Приведенный перечень параметров и погрешности их измерений охватывают все основные характеристики АНПА.

Для обеспечения метрологической связи основных контролируемых параметров АНПА и его составных частей по точности измерений с эталонами ведется разработка локальных поверочных схем для выделенных видов измерений.

Таблица 1. Номенклатура и нормированные параметры АНПА и его составных частей.

Объекты испытаний	Измеряемая величина	Диапазон	Погрешность
1	2	3	4
АНПА	Рабочая глубина, м	0 ÷ 6000	0.25%
	Дальность хода, км	до 300	
	Время автономной работы, час	до 100	5%
	Скорость хода, м/с	0 ÷ 3	0.02
Система энергообеспечения	Энергоемкость, кВтчас	до 30	
Индукционный компас	Угол курса, град	0 ÷ 360	0.5
Доплеровский лаг	Скорость движения, м/с	0 ÷ 3	0.02
Относительный лаг	Скорость движения, м/с	0.5 ÷ 3	10-20%
Эхолокационная система	Дальность обнаружения, м	до 70	1 %
Гидроакустическая навигационная система	Дальность действия в глубоком море, км	10	0,5%
Гидроакустическая система связи	Скорость односторонней передачи данных, бит/с	3000	
Телевизионная система	Дальность видения, м при разрешающей способности, мм	0.7Z <sub>б</sub> 20	
Низкочастотный гидролокатор бокового обзора	Разрешение по дальности (на дистанции 375 м), м	0,3	0,1
	Разрешение по углу град.	1,5	
Высокочастотный гидролокатор бокового обзора	Разрешение по дальности (на дистанции 80 м), м	0,05	0,02
	Разрешение по углу, град.	0,7	
Акустический профилограф	Разрешающая способность при определении глубины залегания осадочных слоев, м	0,5	1%
	Акустическое давление, создаваемое при излучении на расстоянии 1 м от антенны, не менее, Па	5000	15%
Электромагнитный искатель	Дальность действия, м	до 5	
Измеритель параметров среды	Гидростатическое давление, в МПа	0 ÷ 60	± 0.07
	Температура воды, в пределах, °С	-2 ÷ +32	± 0,05
	Удельная электропроводность, См/м	1 ÷ 6	0,04
	Скорость звука, м/с	1400 ÷ 1550	±0,2

## 2. О разработке и аттестации испытательного морского метрологического полигона (ИММП) ИПМТ ДВО РАН

### 2.1. Структура ИММП ИПМТ ДВО РАН.

Состав ИММП должен обеспечивать виды измерений, представленных в таблице 1. Структура полигона представлена на рис. 1.

Размещение ИММП соответствует традиционным районам испытаний АНПА, разрабатываемых в ИПМТ ДВО РАН:

- бухта Троицы на юге Приморского края;
- бухта Патрокл в городе Владивостоке;
- акватория Амурского залива в районе Центра по производству, изготовлению и испытаниям автономных необитаемых аппаратов ИПМТ ДВО РАН.

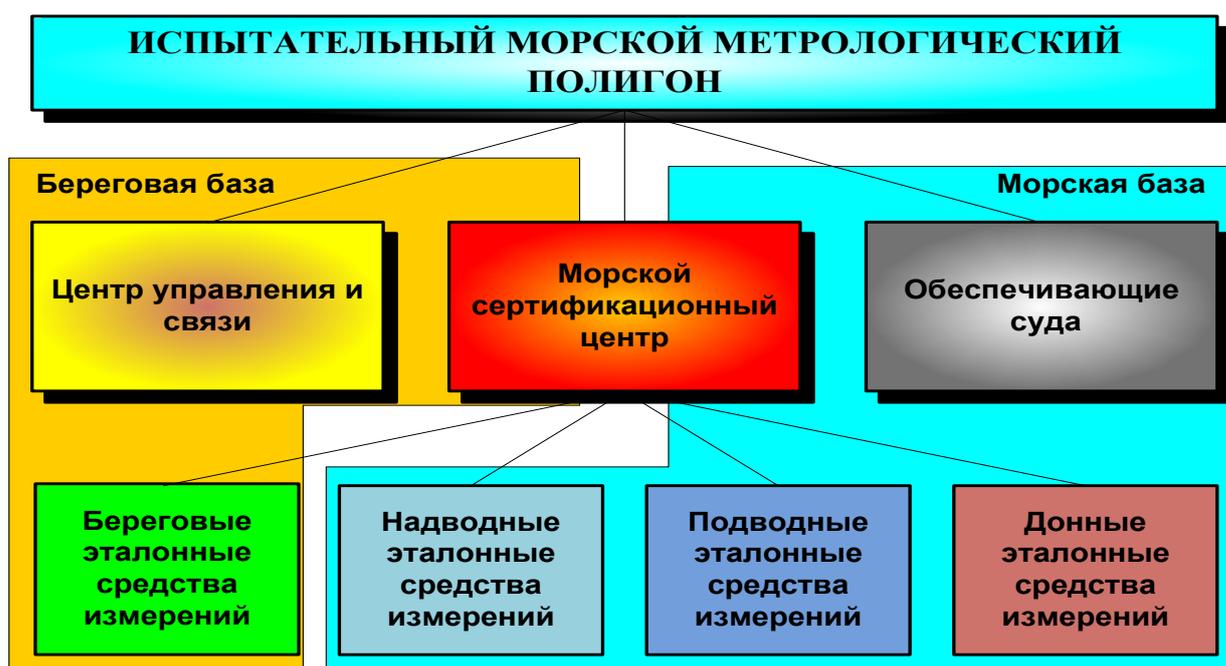


Рис. 1 Структура Испытательного морского метрологического полигона ИПМТ

### 2.2. Перечень испытательных стендов и поверочных схем ИММП

- Стенд для испытаний навигационных систем подводных аппаратов и локальная поверочная схема для средств измерений (длин) координат подводных аппаратов.
- Стенд для испытаний гидролокаторов бокового, кругового и секторного обзора подводных аппаратов и локальная поверочная схема для средств измерений разности расстояний между целями по дальности и углу и расстояний до целей.
- Стенд для испытаний средств измерений абсолютной и относительной скорости, доплеровских гидроакустических лагов подводных аппаратов и локальная поверочная схема для средств измерений скорости движения подводного аппарата в морской среде.
- Стенд для испытаний гидроакустических профилографов подводных аппаратов и локальная поверочная схема для средств измерений акустической плотности морского дна и расстояний до слоев.
- Стенд для испытаний эхолотов подводных аппаратов и локальная поверочная схема для средств измерений дистанций (длин) в вертикальной плоскости в морской среде.

- Стенд для испытаний магнитометров подводных аппаратов и локальная поверочная схема для средств измерений неоднородностей напряженности магнитного поля в морской среде.
- Стенд для испытаний подводной фото и телевизионной системы подводных аппаратов и локальная поверочная схема для фото и телевизионных средств измерений в морской среде.
- Стенд для испытаний средства управления и ориентации подводных аппаратов и локальная поверочная схема для средств измерений геометрических величин (длин, углов) в морской среде.
- Стенд для испытаний подводных аппаратов на акустическую шумность и локальная поверочная схема для средств измерений акустического давления в морской среде в диапазоне частот 1 – 1000000 Гц.
- Стенд для испытаний системы измерений скорости звука в морской акватории и локальная поверочная схема для средств измерений скорости звука в морской среде.
- Стенд для измерения звукового давления гидроакустических излучателей и локальная поверочная схема для средств измерений звукового давления в морской среде.
- Стенд для измерения звукового давления в морской среде и локальная поверочная схема для средств измерений звукового давления в морской среде.

Пример поверочной схемы для средств измерения длин (координат) представлен на рис. 2.

### 2.3. Структура береговой испытательной базы

- Центр управления и связи содержит в своем составе:
  - помещения Центра управления и связи;
  - пункт обработки данных и управления сетью базовых станций;
  - интернет - каналы передачи данных между пунктом обработки данных и управления сетью базовых станций, базовыми станциями и роутерами в море и на суше;
  - GSM – каналы передачи данных между пунктом обработки данных и управления сетью базовых станций, базовыми станциями и роутерами в море и на суше;
  - радиомодемные каналы передачи данных между пунктом обработки данных и управления сетью базовых станций, базовыми станциями и роутерами в море и на суше;
  - персонал Центра управления и связи.

- помещения технического обслуживания Береговых эталонных средств измерений;
- Береговые эталонные средства измерений.

Они должны соответствовать локальным поверочным схемам, приведенным в п. 2, и устанавливающим систему передачи размера единицы физической величины (длина, время, звуковое давление и скорость звука (электропроводность, соленость) в водной среде, давление в водной и воздушной средах, влажность воздуха, скорость распространения радио и лазерного сигналов над морской акваторией) от исходного образцового средства измерений рабочим средствам измерений и включают:

- помещения технического обслуживания Береговых эталонных средств измерений.
- постоянно действующую сеть базовых станций ГЛОНАСС - GPS с поддержкой технологии VRS (Виртуальная Базовая Станция) и режима RTK (кинематика в режиме реального времени) расположенных на юго – востоке Приморского края представлена на рис. 3.

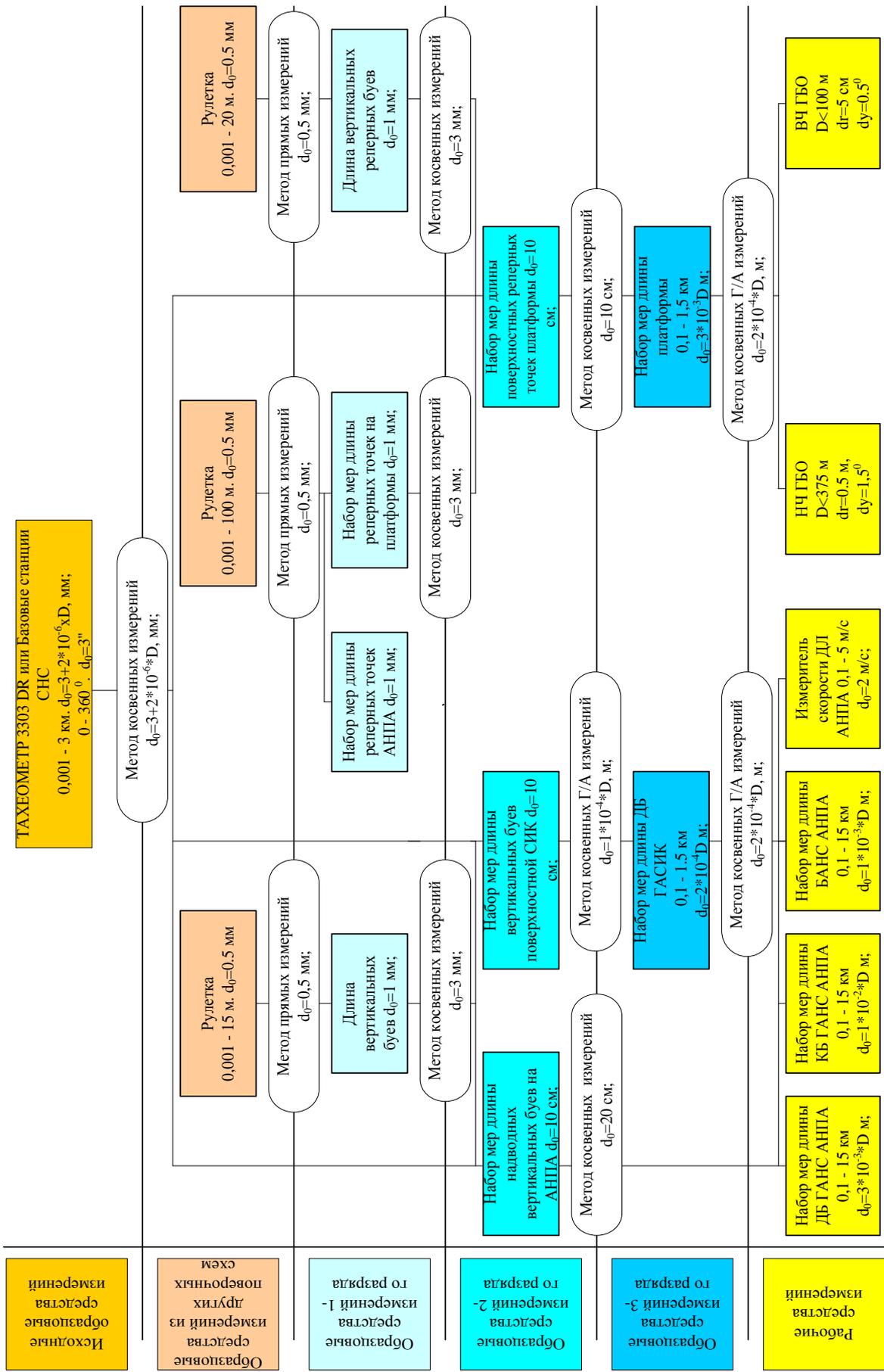


Рис. 2. Поверочная схема для средств измерения длин (координат)

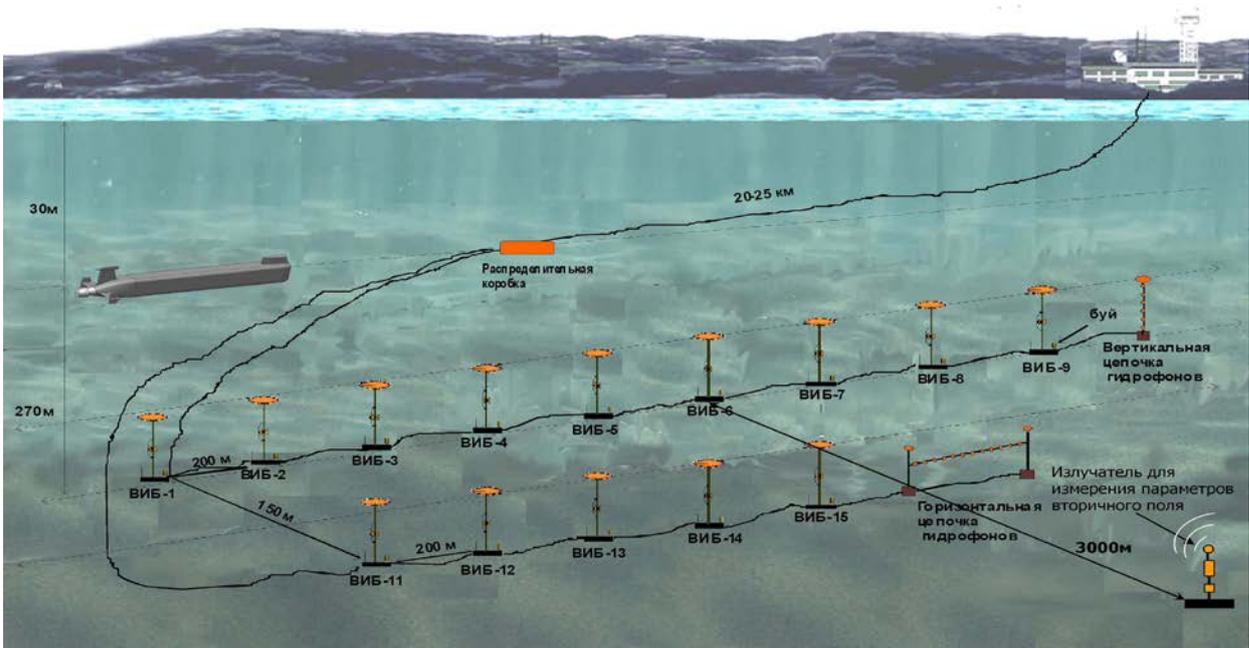


**Рис. 3. Проект постоянно действующей сети базовых станций ГЛОНАСС – GPS ИМПМ ИШМТ ДВО РАН (пункты А – G) и сторонних организаций (ФГУП «Приморское аэрогеодезическое предприятие», ТОИ ДВО РАН, ДВГУ (пункты 1 – 6).**

#### **2.4. Морская испытательная база**

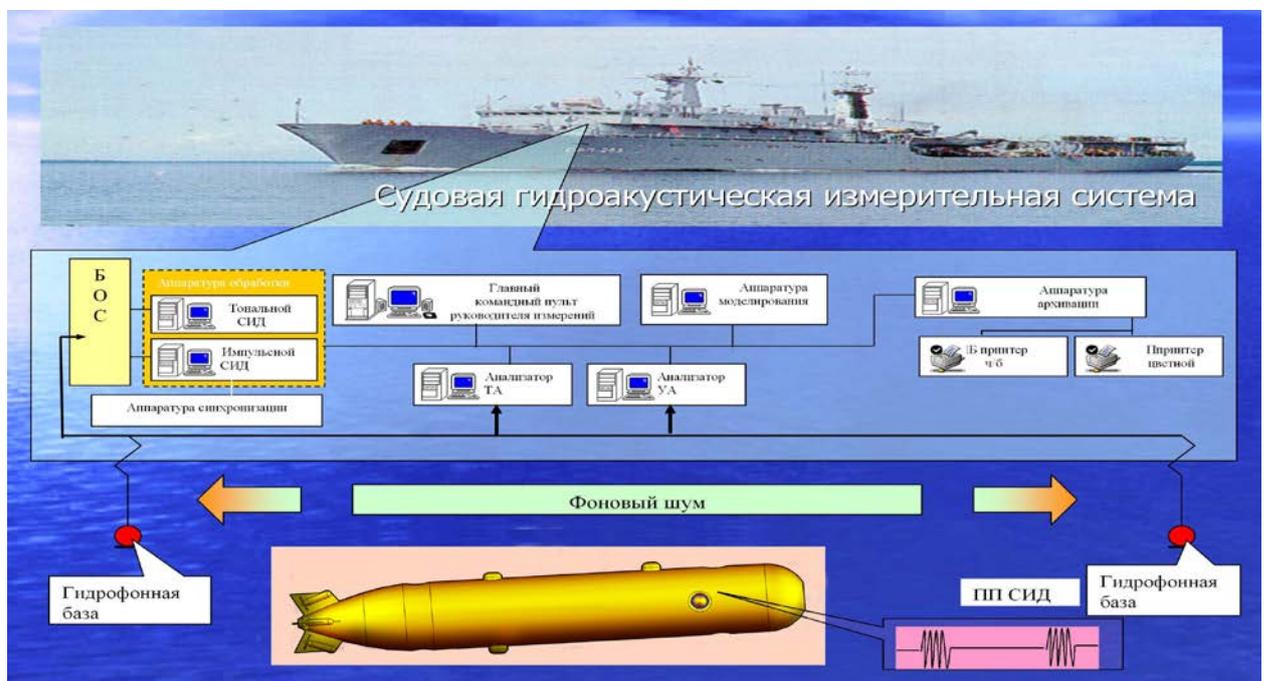
- Надводные образцовые средства измерений содержат в своем составе:
  - набор измерительных мобильных вертикальных инерционных морских буев с тросами длиной до 1500 м. и с ортогонально расположенными в трехмерном пространстве опорными точками над поверхностью воды на высоте не менее 2 м. и вертикальной жесткой подводной штангой длиной не менее 20 м. В качестве опорных точек используются приемники GPS (4 шт) или отражательные оптические линзы (4 шт) для электронных тахеометров.
  - набор измерительных мобильных быстро разборных – сборных жестких донно – поверхностных вертикальных платформ длиной до 30 м. с ортогонально расположенными в трехмерном пространстве опорными точками над поверхностью воды.
  - судовую мобильную трехмерную измерительную надводно – подводную систему с ортогонально расположенными в трехмерном пространстве опорными точками над поверхностью воды на высоте не менее 4 м. и жестко связанная вертикальными подводными штангами длиной не менее 20 м. с подводными ортогонально расположенными в трехмерном пространстве опорными точками. В качестве опорных точек используются приемники GPS (4 шт). В качестве подводных опорных точек используются гидроакустические приемо – передатчики (маяки).

- Подводные и донные эталонные средства измерений. (Рис. 4)



**Рис. 4. Оборудование полигона для измерения физических полей АНПА разработки ФГУП ВНИИФТРИ**

- Обеспечивающие суда в составе:
  - судно для измерения физических полей АНПА (Рис 5);
  - судно для постановки и снятия буев и платформ;
  - быстроходное судно для оперативного обслуживания и охраны надводных образцов средств измерений.



**Рис. 5. Судно для измерения физических полей АНПА с измерительным комплексом разработки ФГУП ВНИИФТРИ**

## 2.5. Структура морского сертификационного центра (Рис. 6).

- Орган по сертификации и аттестации средств измерений и испытаний.
- Поверочная и испытательная лаборатории.

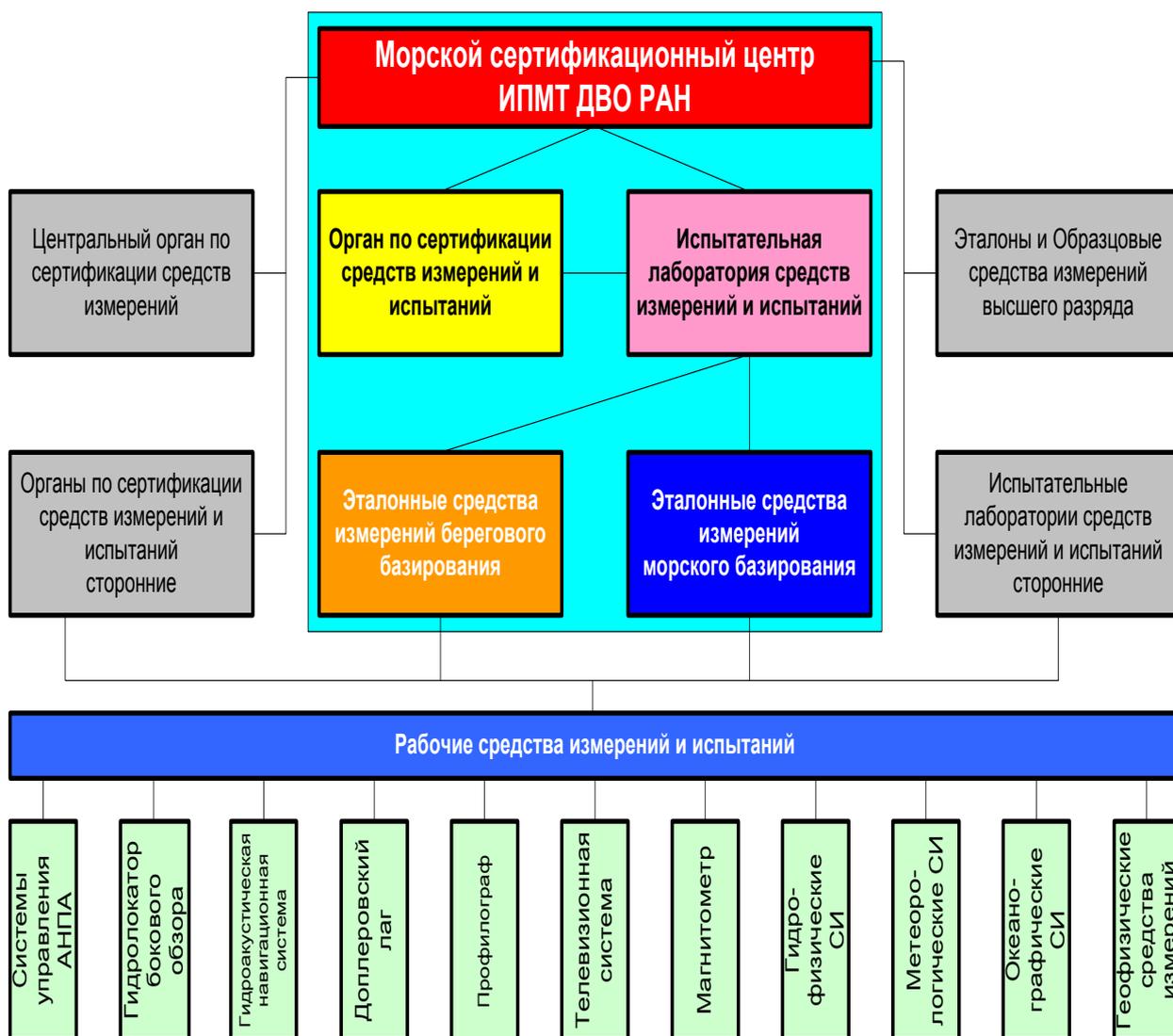


Рис. 6. Структура морского сертификационного центра ИММП ИПМТ ДВО РАН

## Литература

1. Агеев М.Д., Киселев Л.В., Матвиенко Ю.В. и др. Автономные подводные роботы. Системы и технологии / под ред. Агеева М.Д. М.: Наука, 2005. 400 с.
2. Рылов Н.И., Инзарцев А.В., Киселев Л.В., Львов О.Ю., Матвиенко Ю.В. Ключевые проблемы технологии создания и практического использования автономных необитаемых подводных аппаратов. Научно – техническая конференция "Технические проблемы освоения мирового океана". Владивосток: Дальнаука, 2007. с.4-17.
3. Необитаемые подводные аппараты военного назначения. / Под общей ред. Акад. Агеева М.Д. Владивосток: Дальнаука, 2005. с 162.
4. <http://www.ktp.nuwc.navy.mil/NUTEC>.