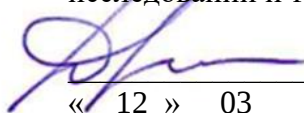


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ЦКП «Центр морских
исследований и технологий»

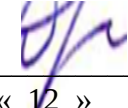
 В.И. Двухшорстнов
« 12 » 03 2023 г.

МЕТОДИКА

**проведения научно-исследовательских работ на НИС «Пионер-М» с
использованием телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов**

Разработал

Заведующий Морского учебно-
исследовательского полигона ЦКП
«Центр морских исследований и
технологий»

 С.З. Петросян
« 12 » 03 2023 г.

Содержание

1. Введение	3
2. Сокращения	4
3. Назначение и состав ТНПА (Назначение ТНПА. Характеристики и состав ТНПА)	5
4. Устройство и работа ТНПА (Состав и назначение надводного блока управления. Кабель подключения ТНПА, ручная кабельная лебедка и палубный кабель ТНПА. Подводная часть. Описание системы управления аппаратом)	8
5. Порядок использования ТНПА (Спуск и подъем ТНПА. Способы использования ТНПА при различных условиях. Указание мер безопасности. Порядок подключения систем ТНПА. Порядок использования ТНПА для мониторинга состояния морской среды. Использование ТНПА для обследования района исследований способом «параллельных галсов». Использование ТНПА для обследования района проведения исследований способом «расходящаяся коробочка». Использование ТНПА для промера глубин в районе выполнения исследовательских задач. Использование ТНПА для сбора и доставки на поверхность подъемного материала)	21
6. Техническое обслуживание (Техническое обслуживание после каждого погружения. Предпогружные проверки. Послепогружные проверки)	35
Приложение 1. Журнал погружений ТНПА	37
Приложение 2. Особенности определения геометрических размеров объекта исследования при проведении фото- и видеосъемки (Использование эталона. Использование лазерных маркеров)	38
Приложение 3. Рекомендации по проведению специальных расчетов (Расчет площади обследования за одно погружение ТНПА. Расчет максимальной ширины полосы обследования грунта при использовании ТНПА. Расчет времени, которое необходимо для проведения обследования донной поверхности с использованием ТНПА)	42

1. Введение

Настоящая методика предназначена для обеспечения проведения научно-исследовательских работ на НИС «Пионер-М» с использованием телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов.

Методика содержит данные по назначению и составу ТНПА, устройству, работе и порядку использования ТНПА, техническому обслуживанию ТНПА. Приведены особенности определения геометрических размеров объекта исследования при проведении фото- и видеосъемки. Рекомендации по проведению специальных расчетов:

расчет площади обследования за одно погружение ТНПА;

расчет максимальной ширины полосы обследования грунта при использовании ТНПА;

расчет времени, которое необходимо для проведения обследования донной поверхности с использованием ТНПА.

2. Сокращения

БВР - блок видео регистрации

БКИ - блок контроля изоляции

БП - блок питания

БРБ - бортовой распределительный блок

ВОЛС - волоконно-оптическая линия связи

ВОПП - волоконно-оптический приемо-передатчик

ГКО - гидролокатор кругового обзора

НБУ - надводный блок управления

ПА - подводный аппарат

ПУ - пульт управления

ТИПА - телеуправляемый необитаемый подводный аппарат

3. Назначение и состав ТНПА

Назначение ТНПА

ТНПА (рис. 1) предназначен для выполнения осмотровых, обследовательских работ и проведения поиска подводных объектов.



Рис. 1 ТНПА «Марлин-350»

В ходе выполнения подводных работ ТНПА обеспечивает: обнаружение подводных объектов с помощью цветных видеокамер и передачи видеоизображения на судно носитель;

обнаружение подводных объектов с помощью гидролокатора кругового обзора;

выполнение подводно-технических работ с помощью манипулятора с грузами массой до 5 кг.

Характеристики ТНПА:

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат обеспечивает:

выполнение осмотровых, обследовательских и поисковых работ;

глубина выполнения работ до 350 метров;

скорость перемещения:

в горизонтальном направлении не менее 1 м/с;

лагом не менее 0,5 м/с;

в вертикальном направлении не менее 0,5 м/с.

передачу цветного изображения на судно-носитель, с регистрацией его на блок видео регистрации (БВР);

обнаружение подводных объектов с помощью гидролокатора кругового обзора на дистанции от 2 до 50 метров.

Точность стабилизации аппарата по курсу 2° .

Точность стабилизации аппарата по глубине 0,5 м.

Система освещения состоит из 2-х светодиодных светильников.

Угол наклона поворотной платформы изменяется в пределах $\pm 90^\circ$.

Электропитание ТНПА осуществляется от однофазной сети переменного тока 180-260В, 50Гц с заземлением, потребляемая мощность не более 3 кВт.

В состав ТНПА входит кабель подключения ТНПА длиной 450 м, намотанный на ручную кабельную лебедку, которая оснащена опто-электрическим токопереходом.

ТНПА обеспечивает надежное функционирование при:

температуре воздуха от минус 20° до плюс 40°C ;

температуре воды от 0° до плюс 40°C ;

относительной влажности до 98% при температуре 35°C ;

волнение моря до 2 баллов;

максимальной скорости течения до 2-х узлов.

Состав ТНПА

Комплект ТНПА включает в себя надводную и подводную часть.

Надводная часть состоит из надводного блока управления, который включает в себе блок питания ТНПА, блок управления, мониторы для отображения и фиксации видеоизображения. Все эти элементы располагаются в одном ящике (рис. 2). Также к надводной части относится ручная кабельная лебедка (рис. 3) и пульт ручного управления ТНПА. Подводная часть состоит аппарата (рис. 1).



Рис. 2 Надводный блок управления (НБУ)



Рис. 3 Ручная кабельная лебедка

Состав ТНПА «Марлин-350» и габаритные характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование	Кол-во	Габаритные размеры, мм
1.	Надводный блок управления	1 шт.	540 х 620 х 760
2.	Пульт ручного управления	1 шт.	190 х 140 х 125
3.	Ручная кабельная лебедка с кабелем 450м	1 шт.	690 х 740 х Ю00
4.	Подводный аппарат (с установленным манипулятором)	1 шт.	980 х 590 х 450
5.	Кабель палубный	10 м	-
6.	Кабель питания	5 м	-
5.	Комплект эксплуатационной документации в соответствии с ведомостью ВШАЕ.361.199.346 ЭД	1 комплект	-
6.	Комплект ЗИП в соответствии с ведомостью ВШАЕ.361.199.346 ЗИ	1 комплект	-

Схема подключения ТИПА к надводному блоку управления приведена на рисунке 4.

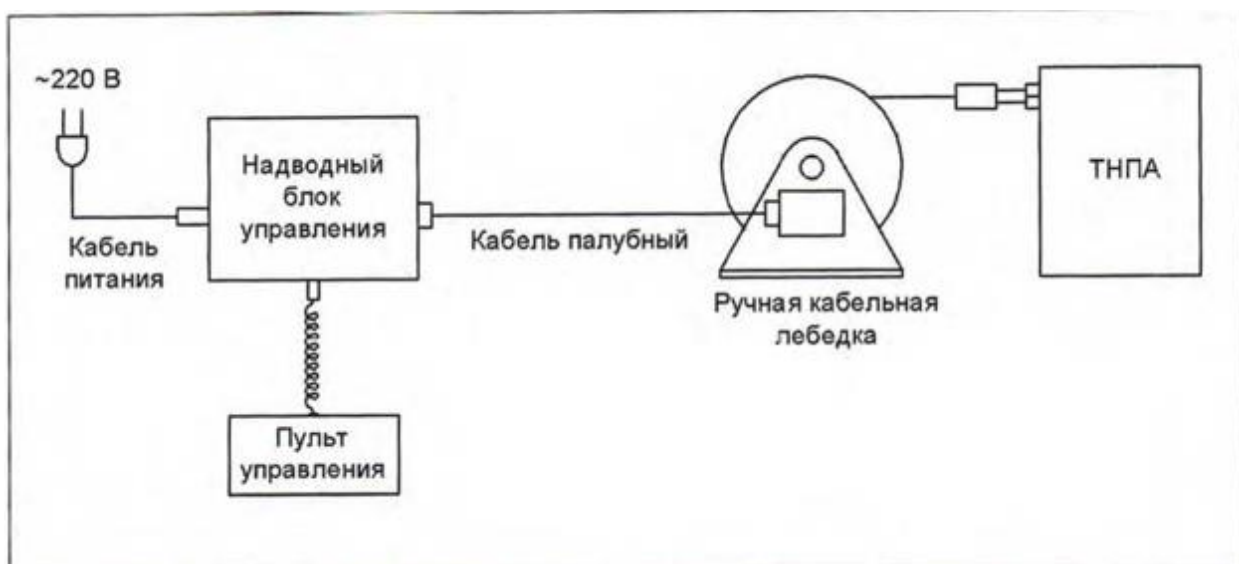


Рис. 4 Схема подключения ТНПА

Архитектура построения системы управления ТНПА позволяет подключать различное дополнительное оборудование. Для этого на ТНПА предусмотрены интерфейсы для передачи данных, такие как:

- RS-232 - 3 шт.
- RS-485 - 1 шт.
- Ethernet 60 Mbit- 1 шт.

Бортовой блок питания позволяет устанавливать дополнительное оборудование мощностью не более 200Вт и напряжением питания 12В и 48В.

В качестве устройств, которые возможно установить на аппарат могут выступать:

- гидролокатор кругового обзора;
- звуковизор (многолучевой гидролокатор);
- маяк-ответчик гидроакустической навигационной системы (системы позиционирования);
- другое дополнительное и специальное оборудование.

4. Устройство и работа ТНПА

Состав и назначение надводного блока управления

Надводный блок управления ТНПА представляет собой рэк-ящик, размером 13U в который установлено оборудование для управления, связи с аппаратом и питания подводного аппарата, а также отображения видеоизображения и гидроакустической информации.

Надводный блок управления (НБУ) ТНПА «Марлин-350» состоит из следующих основных составных частей:

- блок питания ТНПА;
- 3 монитора;
- плата видеоналожения и сервиса;
- блок видеорегистрации (БВР);
- компьютер отображения гидроакустической информации;

- клавиатура;
- блок контроля изоляции;
- панель индикации и подключения.

Особенностью данного надводного блока управления является наличие трех мониторов, причем два из них вмонтированы в переднюю крышку, которая закреплена на петлях и при работе откидывается на левую сторону. На задней стороне блока расположена панель управления блока питания, дополнительные выходы для передачи данных, видеовыходы и два выдвижных ящика, в которых размещаются кабели подключения ТШПА.

Надводный блок управления не предназначен для работы на палубе НИС «Пионер-М».

Блок питания ТИПА осуществляет преобразование сетевого переменного питания 220В в постоянное напряжение 400В передаваемое на борт ТНПА. Параметры блока питания ТШПА:

- модель Lambda GEN600-5.5;
- входное напряжение 220 В, 50Гц;
- выходное напряжение 0-600В;
- выходной максимальный ток- 5,5А.

Мониторы. В надводный блок управления ТШПА установлено три 19-тидюймовых монитора, каждый из которых имеет ряд интерфейсов подключения (1 VGA и 1 HDMI). Это позволяет произвести подключение мониторов в любом удобном для пользователя порядке. По умолчанию два монитора на откидной крышке подключены к встроенному компьютеру для отображения гидроакустической информации, при этом к верхнему монитору подключен один из композитных сигнальных кабелей. На главном мониторе (установлен непосредственно в НБУ) отображается видеoinформация с основной камеры ТИПА.

Плата видеоналожения и сервиса производит выборку данных из канала управления и осуществляет их наложение на передаваемый видеосигнал. Отображаемые данные и их расположение на экране приведены на рисунке 5. Также эта плата отвечает за уровень компенсации напряжения в кабеле в зависимости от уровня потребляемой мощности ТНПА.



Рис. 5 Видеоналожение информации

Не допускается использовать аппарат при количестве оборотов кабеля более 3.

Блок видеорегистрации служит для записи видеосигнала, передаваемого с ТШ1А, количество фиксируемых каналов - 4. Также блок видеорегистрации выполняет функцию квадратора. БВР производит запись на встроенный жесткий диск, объем которого составляет 500Гб. Видеорегистрация происходит постоянно с момента подачи питания на ТШ1А, начало записи индицируется красным светодиодом на панели индикации и подключения. На панели индикации под монитором расположены кнопки управления блоком видеорегистрации. С левой стороны находятся кнопки переключения камер (левая и правая для переключения режима одиночная камера/квадратер, верхняя и нижняя для переключения камер). С правой стороны-кнопки управления меню БВР.

Компьютер отображения гидроакустической информации предназначен для работы с информацией и данными дополнительного оборудования, а также для заводской настройки ТНПА. В базовой комплектации встроенному компьютеру подключен гидролокатор кругового обзора. Для отображения гидроакустической информации используется специально программное обеспечение, которое заранее установлено на этот компьютер. Помимо ГКО существует возможность другого дополнительного оборудования такого как подводная система позиционирования, многолучевой гидролокатор, альтиметр и другое дополнительное оборудование. Для управления компьютером предусмотрена выдвижная клавиатура с тачпадом, расположенная внизу надводного блока управления.

Все информационные каналы дополнительного оборудования подключаются в данному компьютеру по умолчанию. Операционная система позволяет устанавливать необходимое для работы программное обеспечение дополнительного оборудования.

Блок контроля изоляции

Блок контроля изоляции БКИ (рис. 6) отслеживает сопротивление изоляции цепей постоянного тока. Он вырабатывает импульсное измерительное напряжение и отслеживает реакцию наличие утечек в системе питания. При этом он подключен в линии питания ТШ1А на «плюс» и «минус», а также на специальный корпусной проводник, относительно которого происходит измерение. Данный проводник соединяет все прочные корпуса ТНПА, а также содержится в кабеле подключения ТНПА.

Прибор постоянно проверяет все соединения. Если любое из них будет нарушено, или будет утечка (например, при затекании одного из устройств или повреждение кабеля подключения ТНПА) сработают отключающие реле и загорится аварийный светодиод.

Положительный и отрицательный импульсы имеют одинаковую амплитуду, длительность зависит от токов утечки и сопротивления изоляции, контролируемого объекта.

При неисправности в цепи загораются светодиоды ALARM 1 и ALARM 2 в зависимости от предустановленного значения при этом ALARM 1 имеет информативный характер, а при срабатывании ALARM 2 происходит отключение питания ТНПА. Настройка данного прибора осуществляется на предприятии изготовителе.

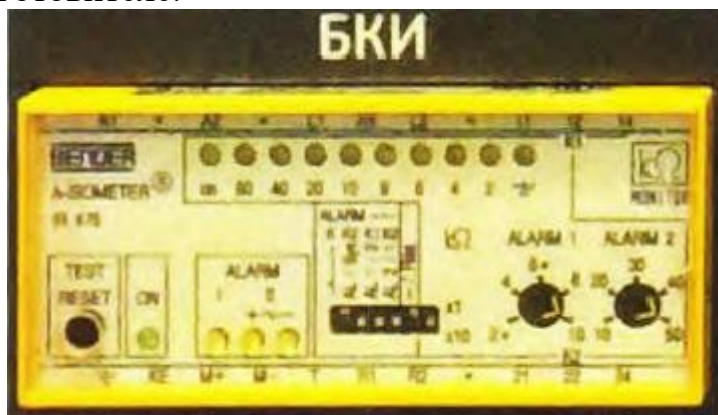


Рис. 6 Блок контроля изоляции (БКИ)

В случае неисправности загорается один светодиод из верхнего ряда, указывающий на значение сопротивление утечки. При нормальной работе аппарата горит светодиод со значением «бесконечность». Нажав кнопку RESET или выключив и включив надводный блок питания можно сбросить показания БКИ. Если БКИ снова срабатывает, значит, имеется неисправность и её нужно устранить.

Панель индикации и подключения. На передней стороне НБУ находятся кнопки, переключатели и разъемы необходимые для работы системы, подробная информация приведена на рисунке 7.

На обратной стороне надводного блока управления располагаются ящики для хранения оборудования и документации, а также разъемы для подключения вспомогательного оборудования. Это USB- и COM-порты встроенного компьютера обработки гидроакустической информации, видеовыходы для возможности установить удаленный монитор, выходы питания 12В (рис. 8).

Передняя сторона НБУ



Обратная сторона НБУ



Рис. 7,8 Панель индикации и подключения

Разъем COM 1 соответствует порту COM4, а разъем COM 2 - порту COM5 компьютера отображения гидроакустической информации.

Пульт ручного управления (ПРУ) ТНПА имеет все необходимые органы для управления и маневрирования аппаратом (рис. 9).



Рис. 9 Пульт ручного управления

Кабель подключения ТНПА, ручная кабельная лебедка и палубный кабель ТНПА.

Кабель. В системе ТНПА «Марлин-350» используется специальный опто-электрический кабель с параметрами:

- рабочая нагрузка 125 кг;
- разрывное усилие 600 кг;
- диаметр кабеля - 11,7 мм;
- плавучесть кабеля в пресной воде - 6 кг/км;
- радиус изгиба 150мм;
- длина кабеля 450м;

состав кабеля: 4 оптических волокна (одно рабочее, четыре резервное), 2 жилы питания, одна витая пара для обратной связи по питанию, одна жила для контроля изоляции.

Поперечное сечение кабеля представлено на рисунке ниже (рис. 10):

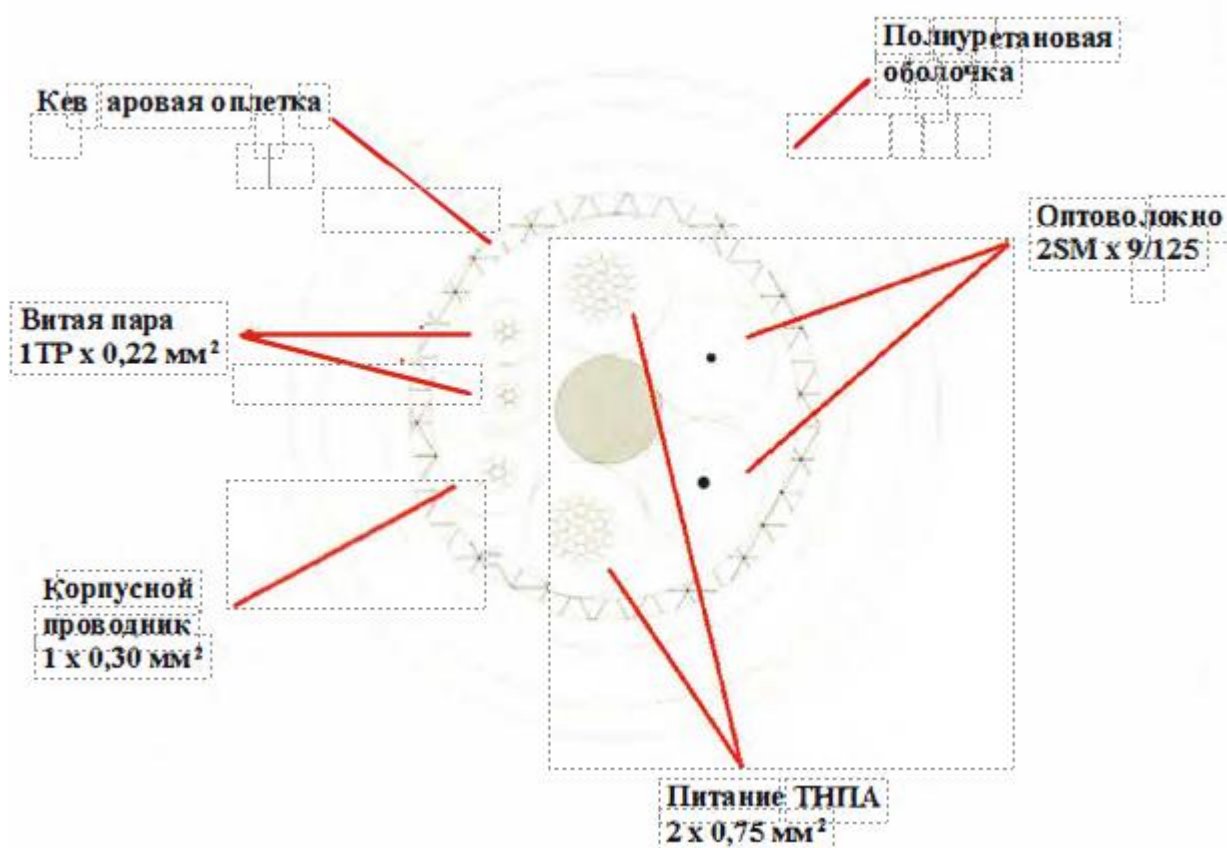


Рис. 10 Сечение кабеля подключения ТНПА

Система управления ТНПА разработанная таким образом, что все управляющие сигналы, видеосигналы, данные с дополнительного оборудования передаются через оптоволоконный канал. Это позволяет существенно уменьшить толщину кабеля подключения ТНПА и улучшить динамику маневрирования ТНПА.

Один конец кабеля жестко закреплен на барабан и подключен к вращающемуся переходу, второй конец заканчивается коммутационно-разделительным блоком (рис. 11).



Рис. 11 Коммутационно-разделительный блок

Коммутационно-разделительный блок предназначен для сопряжения оптоэлектрического кабеля подключения ТНПА и разъемов подключения к аппарату. Внутри этого блока осуществляется разделение кабеля на оптический и электрический кабели и их коммутация с разъемами подключения к ТНПА.

Ручная кабельная лебедка (рис. 12) представляет собой рамную конструкцию с барабаном для хранения кабеля. Масса-габаритные параметры лебедки:

- габаритные размеры: 690 x 800 x 730 мм;
- масса с кабелем 450 м - 100 кг.

Внутри барабана установлен оптоэлектрический вращающийся переход, который позволяет передавать оптический сигнал и питание аппарата при вращении барабана. Для подключения палубного кабеля на лебедке установлен коммутационный ящик (рис. 12), где происходит преобразование оптических сигналов в электрические.



Рис. 12 Ручная кабельная лебедка

Через верхний сальниковый ввод в ящик проложены коммутационные кабели из оптоэлектрического вращающегося перехода. Далее они подключаются к оптоволоконному преобразователю (рис. 13).

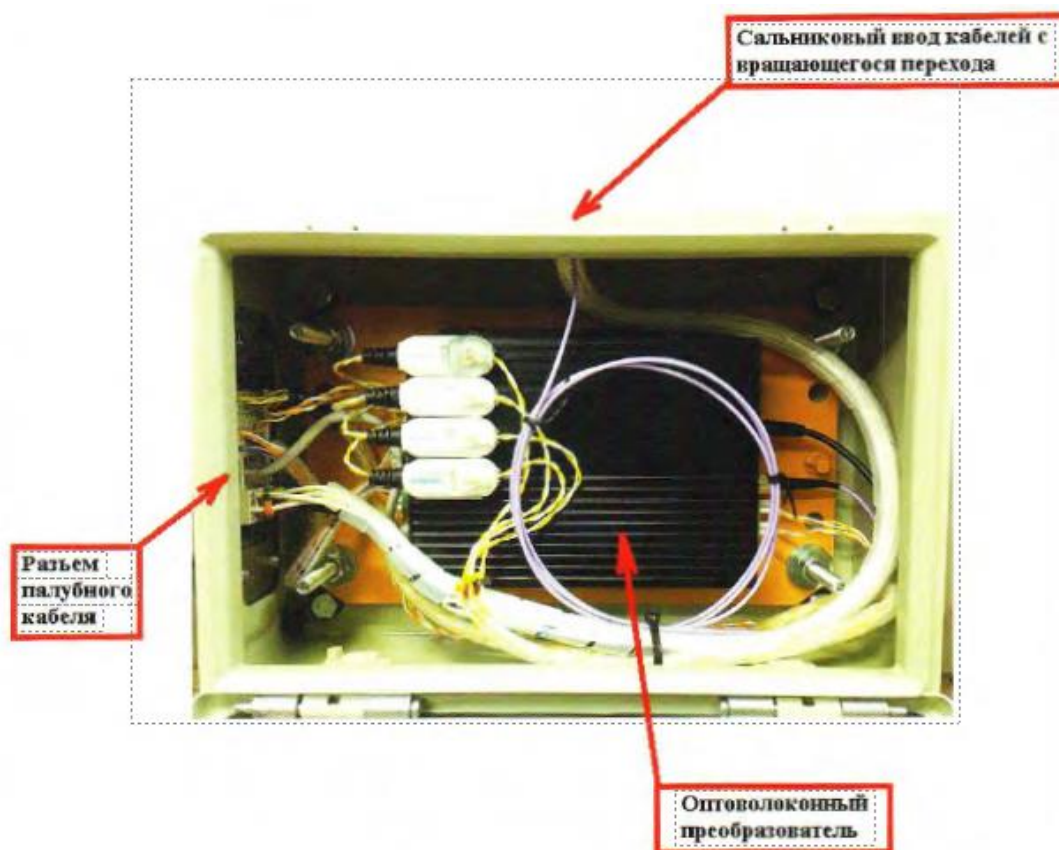


Рис. 13 Коммутационный ящик лебедки

Выходы преобразователя соединены с разъемом палубного кабеля.

Для удобства работы с ручной кабельной лебедкой предусмотрен редуктор для вращения барабана с соотношением 1:10 и фиксатор барабана.

Применять для спуско-подъемных и других силовых операций ручку и держатель запрещено!

Фиксатор барабана представляет собой штыревой упор, на пружине который имеет два положения - фиксация и вращения барабана. Для осуществления фиксации барабана необходимо, вращая барабан, совместить специальный паз на барабане и фиксатор. Затем установить фиксатор в паз.

Палубный кабель ТНПА «Марлин-350» предназначен для подключения надводного модуля управления ТИША и кабельной ручной лебедкой. Это кабель представляет собой жгут самостоятельных кабелей, предназначенных для передачи питания на ТИША, видеосигналов, сигналов управления и данных с дополнительного оборудования.

Подводная часть

Подводный аппарат «Марлин-350» представляет собой рамную конструкцию, на которую установлено оборудование. Особенностью данного аппарата является, то что вся электрокоммутация ТНПА осуществляется в верхней части аппарата защищенной специальным ударопрочным кожухом (рис. 14). Это позволяет существенно облегчить обслуживание и надежность аппарата, все разъемы и кабели находятся в легкой доступности и

одновременно защищены от внешних воздействий. Кожух закреплен на 4-х винтах, что позволяет быстро получить доступ к подключению всех устройств аппарата.

Рама аппарата состоит из нескольких элементов, выполненных из полипропилена. Этот материал хорошо держит нагрузки и удары, что позволяет выполнять несколько функций - размещение оборудования, его защита и распределение нагрузки.

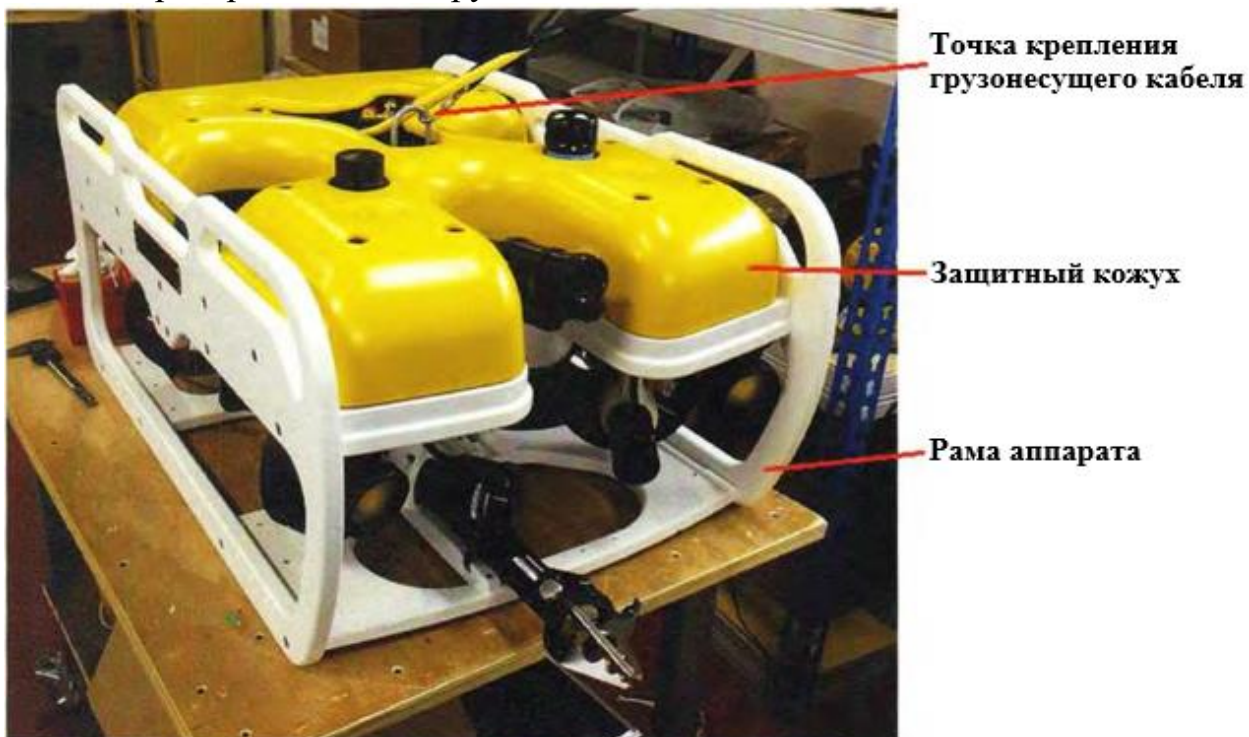


Рис. 14 ТНПА «Марлин-350»

В верхней части рамы установлена плавучесть ТНПА (рис. 15), она выполнена из специального полистирольного пенопласта высокой плотности.

Помимо придания аппарату нейтральной плавучести также выполняет функцию части рамы, на нее установлено все основное оборудование аппарата. В центре рамы аппарата установлен разгрузочный элемент, объединенный с точкой крепления кабеля подключения ТНПА (рис. 14). Этот элемент выполнен в виде трубы и несет функцию распределения нагрузки на ТНПА между верхней и нижней частью рамы.

На нижней части рамы предусмотрено крепление грузов для регулировки уровня плавучести аппарата. Балластные грузы, предусмотренные в комплекте, представляют собой нержавеющие пластины с отверстиями, что позволяет легко устанавливать их на раму.

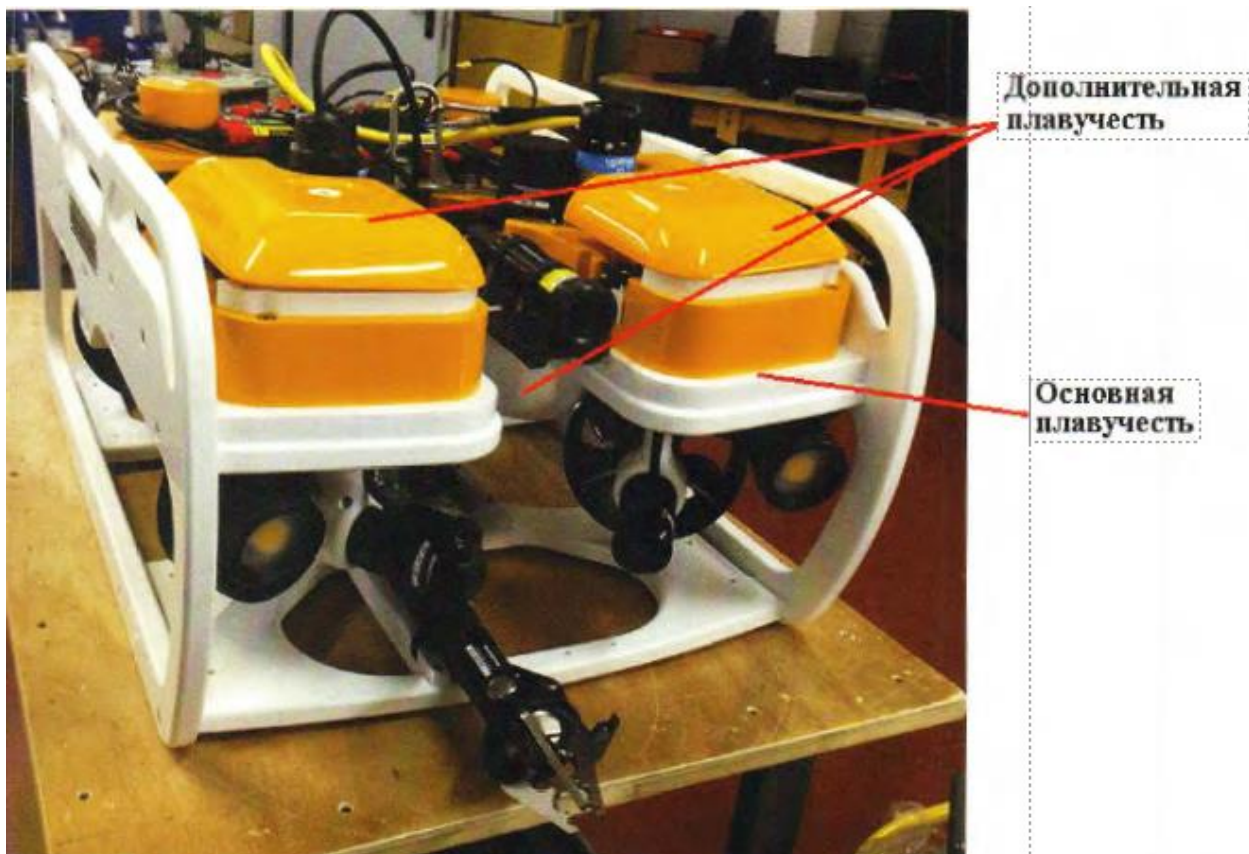


Рис. 15 Сечение кабеля подключения ТИПА

Бортовой распределительный блок (БРБ). Выполняет функции преобразования и распределения сигналов и напряжений на исполняющие устройства аппарата. Внутри корпуса установлен бортовой блок питания, который преобразует входное напряжение, формируемое надводным блоком управления (400В), в бортовое - 48В. Помимо этого в корпусе установлены оптоволоконный преобразователь, и плата распределения с предохранителями. К распределительному блоку подключается кабель подключения ТИША и все исполнительные устройства, включая видеокамеры и дополнительное оборудование. Особенностью этого блока является то, что все разъемы размещены на крышке, включая воздушный клапан. Это позволяет упростить обслуживание и повысить надежность эксплуатации этого блока и аппарата в целом.



Рис. 16 Распределительный блок

Схема подключения исполнительных устройств к распределительному блоку приведена на рисунке ниже (рис. 17):

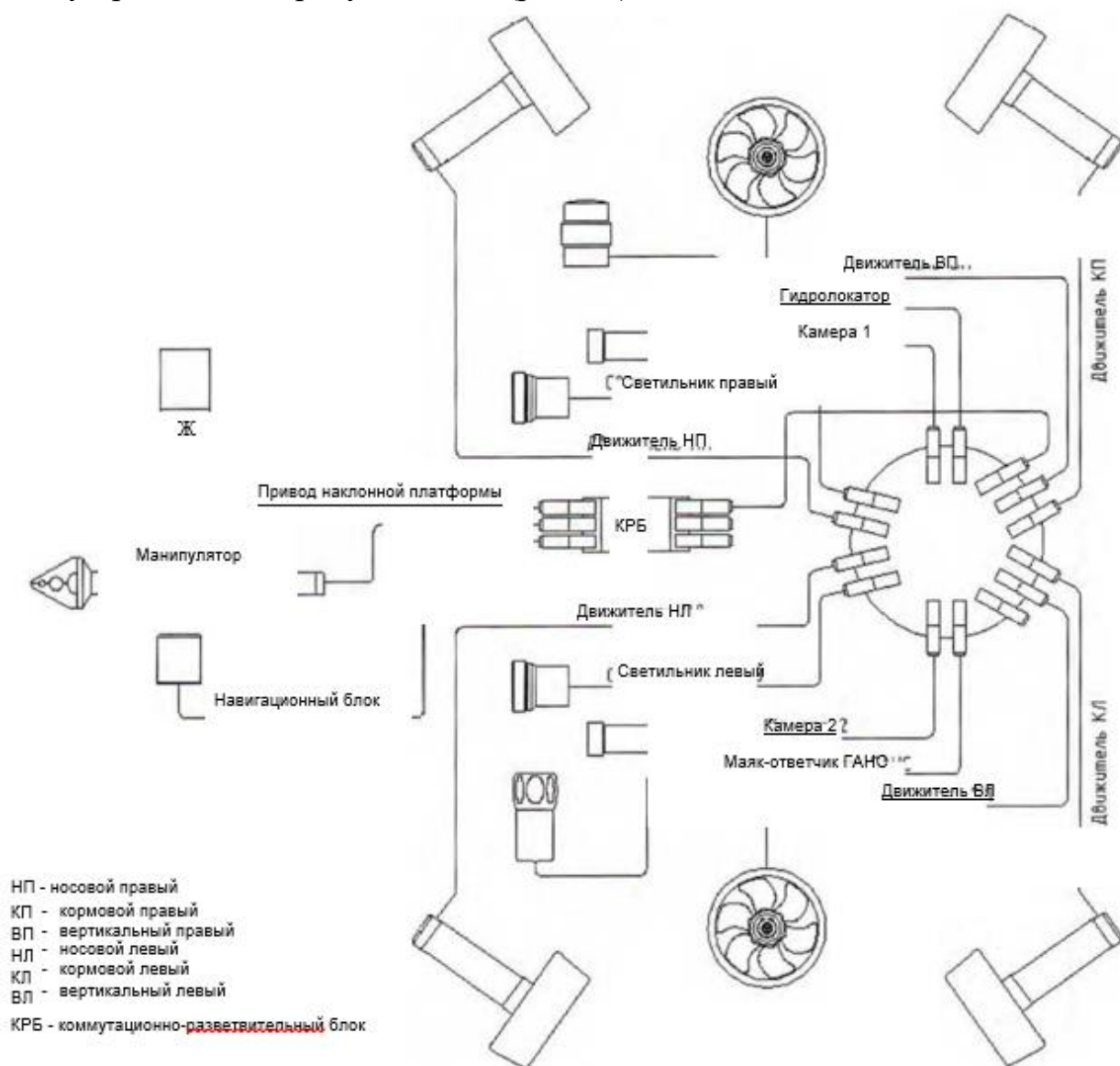


Рис. 17 Схема подключения исполнительных устройств и дополнительного оборудования

Двигатели представляют собой бесколлекторный двигатель, помещенный в герметичный корпус, причем передача вращения с вала двигателя на гребной винт осуществляется с помощью магнитной муфты.

Также в герметичном корпусе размещается плата управления двигателем. Горизонтальные двигатели установлены на ТНПА по векторной схеме, угол

наклона относительно центральной оси составляет 35 градусов. Это позволяет увеличить скорость при маршевом движении, что в свою очередь улучшает удобство маневрирования ТНПА.

Параметры двигателя:

мощность потребления 260 Вт; напряжение питания 48В;

упор 7 кгс;

скорость вращения 900 об/мин; управление по интерфейсу RS485.

Видеокамера ТНПА является стандартной аналоговой камерой, помещенной в прочный корпус. Помимо самой камеры в корпусе находится преобразователь сигнала видео в дифференциальный, это позволяет существенно повысить помехозащищенность при передаче видеоизображения на поверхность.

Параметры видеокамеры:

матрица 1/3" SONY Effio

чувствительность 0.1 Люкс

разрешение 650 ТВЛ питание 12 В.

Светильники представляют собой прочный корпус, в который установлена матрица светодиода с платой управления. Угол луча светильника составляет 100 градусов, что обеспечивает хорошую освещенность при проведении осмотровых работ и видеосъемки.

Параметры светильника:

мощность потребления 45 Вт;

напряжение питания 48 В;

управление по интерфейсу RS 485;

возможность регулировки яркости.

Привод наклонной платформы. Данное устройство предназначено для изменения угла наклона платформы камеры. Внутри прочного корпуса размещен сервопривод, вал которого выходит через уплотнение вне корпуса. На валу установлен шкив, который соединяется через зубчатый ремень непосредственно с наклонной платформой. Данный привод позволяет управлять поворотом платформы в пределах от -90 до +90 градусов. Сама платформа, помимо камеры, позволяет разместить другое оборудование: светильник, дополнительная аналоговая камера, цифровая видеокамера высокого разрешения, многолучевой гидролокатор.

Навигационный блок отвечает за определение углов курса/крена/дифферента и глубины аппарата. в корпусе размещены датчик давления и МЭМС датчик углов ориентации (совмещенный с датчиком магнитного поля). Данные о глубине, дифференте, крене и курсе выводятся на системный дисплей, а также используются для работы автоматических режимов (автокурс, автоглубина).

Манипулятор. Одноступенной манипулятор позволяет удерживать и перемещать объекты. Для того чтобы открыть-закрыть схват на манипуляторе при помощи кнопок управления ПРУ подаётся соответствующее управляющее воздействие.

Длина вылета манипулятора регулируется вручную перед погружением. В нижней части рамы подводного аппарата, где расположен манипулятор находятся два хомута при помощи которых он фиксируется.

Коммутационно-разветвительный блок. Данный блок необходим для расширения количества подключаемых устройств. К нему подсоединяются навигационный блок, манипулятор и привод наклонной платформы. Однако,

он может применяться не только для соединения исполнительных устройств ТИПА, но и для подключения дополнительного оборудования.

Описание системы управления аппаратом.

Система управления TillIA представляет собой сеть устройств, организованная на интерфейсе RS-485. Сеть состоит из исполнительных устройств (двигатели, светильники, привод наклонной платформы, манипулятор, навигационный модуль) и задающего устройства, размещенного на поверхности в надводном модуле. При воздействии оператором на пульт ручного управления формируется команда, которая посылается соответствующему устройству. При этом формировать команды может только задающее устройство, исполнительные устройства могут передавать только сообщения о собственном состоянии. Система управления использует оптоволоконный канал, который включает в себя возможность передачи нескольких независимых каналов данных одновременно. При этом система управления полностью занимает один из каналов, данные дополнительного оборудования и видео используют другие независимые каналы передачи данных.

Дополнительное оборудование.

Гидролокатор кругового обзора (ГКО). Установлен в верхней части подводного аппарата (рис. 18) и подключен к одному из информационных каналов системы (RS-232). Вся информация передается на компьютер НБУ, на котором установлено соответствующее программное обеспечение.



Рис. 18 Гидролокатор кругового обзора

Гидроакустическая навигационная система (ГАНС). Представляет собой комплект оборудования, который состоит из маяка-ответчика, установленного на подводный аппарат (Рисунок 19) и приемо-передающей антенны, располагающейся на судне-носителе.



Рис. 19 Маяк-ответчик ГАНС

Маяк-ответчик ГАНС подключен к системе питания аппарата. Для работы системы необходимо подключить приемо-передающую антенну к компьютеру обработки гидроакустической информации к разъему COM 1 на оборотной стороне НБУ. Для питания антенны необходимо подключить соответствующий кабель к выходам 12В на оборотной стороне НБУ.

Для получения абсолютных координат положения подводного аппарата при проведении работ необходимо подключить к компьютеру НБУ GPS приемник. Это можно сделать с помощью разъема COM 2 на оборотной стороне НБУ.

Более подробно работа с гидроакустической системой оборудования рассмотрена в соответствующем руководстве на дополнительное оборудование.

5. Устройство и работа ТНПА

В ходе эксплуатации системы ТНПА необходимо учитывать:

1. Прогноз погоды, приливные течения, видимость, состояние морского дна, приблизительная продолжительность погружения и глубина, на которой должны проводиться работы.

2. Местоположение рабочей площадки на судне-носителе, имеющиеся там приспособления, в том числе, размеры площадки, мощность источника энергии, наличие закрытых помещений, удобства доступа к воде и расположение относительно района проведения работ.

3. Состав команды для обеспечения управления аппаратом, травления кабеля подключения ТНПА, проведения наблюдений и регистрации результатов, технического обслуживания оборудования и т.д.

При проведении работ с использованием ТНПА необходимо вести следующую документацию:

- журнал погружений ТНПА. Должен содержать максимально полную информацию (глубина погружения, курс аппарата, расположение объектов на дне и траектория движения ТНПА и хронометраж событий) (приложение 2);

- журнал техобслуживания. Записи всех профилактических работ по техническому обслуживанию для документирования данных о техническом обслуживании и текущем ремонте в течение всего срока службы аппарата.

Спуск и подъем ТНПА.

Если расстояние до воды небольшое, например, при спуске ТНПА с низкобортной шлюпки, с понтона или с низкого причала, его удобнее спустить в воду вручную.

В идеальном случае, один человек должен взяться за защитную ударопрочную раму аппарата и осторожно опустить ТНПА в воду.

Не допускается сбрасывание аппарата в воду даже с малой высоты, так как от удара может быть нарушена юстировка видеокамеры.

При спуске и подъеме ТНПА с судна, имеющего высокие борта, а также в других ситуациях, когда высокое расположение площадки может стать причиной ударов аппарата, следует использовать шлюпбалку или траверсу со шкивом, на которой на кабеле подключения ТНПА спускается аппарат «Марлин-350».

Кабель подключения ТНПА имеет нейтральную плавучесть в пресной воде и незначительную положительную плавучесть в морской воде.

Для исключения возможности запутывания кабеля предварительно необходимо свернуть кабель подключения ТНПА восьмеркой (рис. 20).

Не допускайте закручивания кабеля подключения ТНПА. Во время работы система ведет счет и выводит на экран число поворотов аппарата, которые приводят к закручиванию кабеля. При подаче питания на систему число поворотов устанавливается на ноль. Допускаемое число оборотов, которые регистрируются приборами и показываются на экране + 3 по часовой стрелке и -3, против часовой стрелки. При достаточной длине отпущенного кабеля некоторое число закручивания кабеля не опасно. Однако, до достижения максимально допустимого числа и, разумеется, до извлечения аппарата из воды необходимо провести несколько круговых движений в нужном направлении с приведением показаний счетчика на ноль.



Рис. 20 Укладка кабеля

Способы использования ТИПА при различных условиях

Приведенные далее примеры дают общее представление о приемах работы с ТИПА «Марлин-350» в различных условиях.

Описанные способы могут служить основой для разработки собственной методики работы, исходя из накопленного оператором опыта, который будет наилучшим образом подходить к тем конкретным условиям, в которых приходится эксплуатировать ТИПА.

Описанные руководящие принципы применимы для работы с площадок на берегу или с борта малых судов в относительно благоприятных условиях.

Для управления плавным движением аппарата в воде пилот должен использовать плавные, хорошо скоординированные движения джойстика, одновременно используя другие органы управления системы и следя за данными видео, телетекста, блока питания и БРУ.

Рекомендуется сбалансировать аппарат таким образом, чтобы он обладал небольшой положительной плавучестью. Это облегчает управление аппаратом на поверхности воды, выравнивает силы тяги для движения вверх и вниз и помогает сохранению хорошей видимости при маневрировании вблизи морского дна. Это также обеспечивает самостоятельное всплытие аппарата на поверхность при аварийном отключении питания.

Использование ТНПА при слабом течение и малой глубине, с неподвижной платформы или судна на якоре

1. Кабель подключения ТНПА должен быть сбалансирован таким образом, чтобы он слегка всплывал, а аппарат тянул его вниз по мере погружения.

2. Если глубина погружения заранее известна, рекомендуется к кабелю на расстоянии от конца на 10 - 20 м больше этой глубины прикрепить поплавки, который укажет технику, травящему кабель примерное положение аппарата.

3. Данный метод может использоваться для работ, как с береговой платформы, так и с борта судна, стоящего на якоре.

4. Не следует придавать кабелю чрезмерную плавучесть, так как при достаточно больших глубинах погружения аппарат потеряет способность движения вниз с помощью вертикального движителя.

5. Проводя работы с борта судна, стоящего на якоре, постоянно следите за взаимным расположением аппарата и швартовых, не забывая о том, что суммарное воздействие ветра, волн и приливов часто приводят к раскачиванию судна относительно точки крепления.

Использование ТИПА при слабом течении и малой глубине, с борта движущегося судна

1. Глубина в месте погружения должна быть уточнена с помощью карт, приливных таблиц или с помощью эхолота.

2. Если планируется погружение к фиксированному объекту (например, к затонувшему судну), желательно уточнить с помощью Г ЛС или эхолота его точное местоположение и маркировать его с помощью указательного буйка, который будет служить ориентиром для командира корабля.

3. Командир корабля должен стараться удерживать судно на расстоянии 20 - 30 м вниз по течению от буйка, направленным в его сторону носовой частью корабля.

4. Перед погружением кабель подключения ТНПА должен быть сбалансирован следующим образом:

- на расстоянии, равном глубине погружения, от конца кабеля, плюс 10- 20 м, к кабелю подключения ТНПА прикрепляется поплавок больших размеров;

- должен быть отпущен и сбалансирован дополнительный отрезок кабеля, чтобы человек травящий кабель мог постоянно видеть его, лежащим на поверхности воды между судном и маркерным буйком;
- аппарат после спуска в воду должен быть направлен вверх по течению, причем кабель подключения ТНПА должен быть в постоянно натянутом состоянии, чтобы его не смыло течением в сторону гребного винта корабля. При погружении аппарату необходимо придать достаточную плавучесть в направлении вперед для преодоления течения на поверхности;
- судно должно все время оставаться вниз по течению от маркерного буйка, а техник травящий кабель должен постоянно подгонять длину отпущенного кабеля по мере медленных колебаний судна вперед и назад.

Данная схема действий может быть осуществлена только при благоприятных погодных условиях. При изменении течения относительные позиции судна, маркерного и указательного буйков должны быть приведены в соответствие.

Использование ТНПА при слабом течении и большой глубине или при сильном течении и малой глубине

Сильное течение или большая длива отпущенного кабеля повышают чувствительность системы к силам, вызванным течением. Можно прикреплять к кабелю подключения ТНПА дополнительный груз, который потянет большую часть кабеля ближе ко дну.

При использовании отдельного грузового троса вес дополнительного груза может быть не ограничен, хотя следует помнить, что чем тяжелее груз, тем ближе к точке подвески он будет находиться. В особо тяжелых условиях можно использовать груз, весом до 50 кг, исходя из имеющихся в наличии приспособлений для его спуска и подъема. Однако следует помнить, что кабель имеет определенные рабочие радиусы изгиба (150 мм), поэтому большое значение имеет метод закрепления груза на кабеле. Варианты крепления груза приведены на рисунке 21.

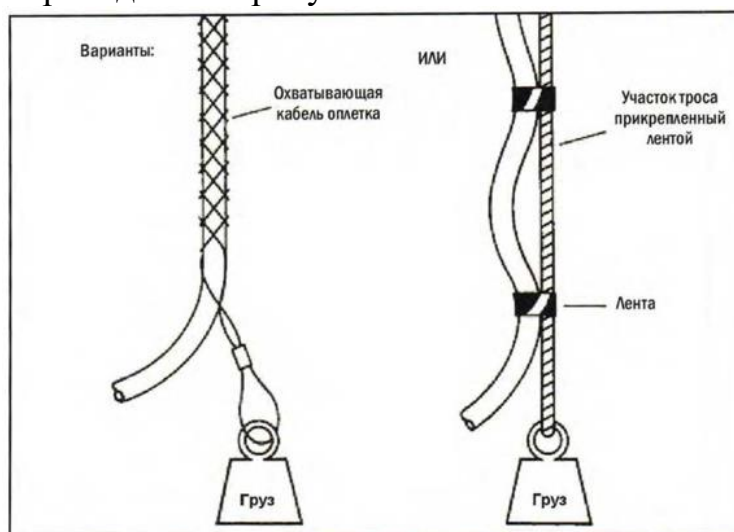


Рис. 21 Варианты крепления грузов к кабелю подключения ТНПА

Указание мер безопасности.

Электропитание аппаратуры ТНПА осуществляется от сети переменного тока напряжением 100 ... 270 В, частотой 50 Гц.

При работе с изделием необходимо соблюдать все правила техники безопасности для аппаратуры до 1 000 Вольт.

При включении источника постоянного тока могут включиться двигатели. Прежде чем включить источник тока, убедитесь, что вокруг аппарата нет каких-либо препятствий для двигателей, и что люди находятся на безопасном расстоянии, а также тумблер двигателей находится в выключенном положении.

Не допускается работа двигателей на воздухе более 10 секунд.

Не допускается работа в воздухе светильников аппарата более 10 секунд.

Не допускается соединение или отсоединение кабелей, как на надводном блоке, так и на подводном аппарате при включенном источнике питания.

Перед соединением убедитесь, чтобы разъемы кабеля подключения ТНПА были чистыми и сухими. Неиспользуемые разъемные соединения должны быть защищены от повреждения и загрязнения. После отсоединения следует их незамедлительно закрыть защитными заглушками.

Все уплотнительные кольца и поверхности должны содержаться в чистоте. Перед сборкой их следует покрыть тонким слоем силиконовой смазки.

Не допускается использовать для питания системы генератор, имеющий недостаточную мощность.

Не допускайте падения подводного аппарата на воду или палубу.

Не допускайте лобовые столкновения аппарата с препятствиями.

Не допускайте ударов аппарата с корпусом корабля, швартовыми конструкциями или другими препятствиями, особенно при спуске на воду и извлечении аппарата.

Не допускайте работу аппарата вблизи работающих гребных винтов судна-носителя.

Постоянно проверяйте безопасность, удобство и рабочее состояние спускоподъемного оборудования.

Порядок подключения систем ТНПА

Подключение надводной части

Распакуйте и разместите оборудование комплекса ТНПА «Марлин-350».

Откройте переднюю створку надводного блока управления. Подключите палубный кабель к разъему «Питание ТНПА» на лицевой панели и к разъему на распределительной коробке ручной лебедки (Рис. 22). Палубный кабель находится в заднем выдвижном ящике надводного модуля.

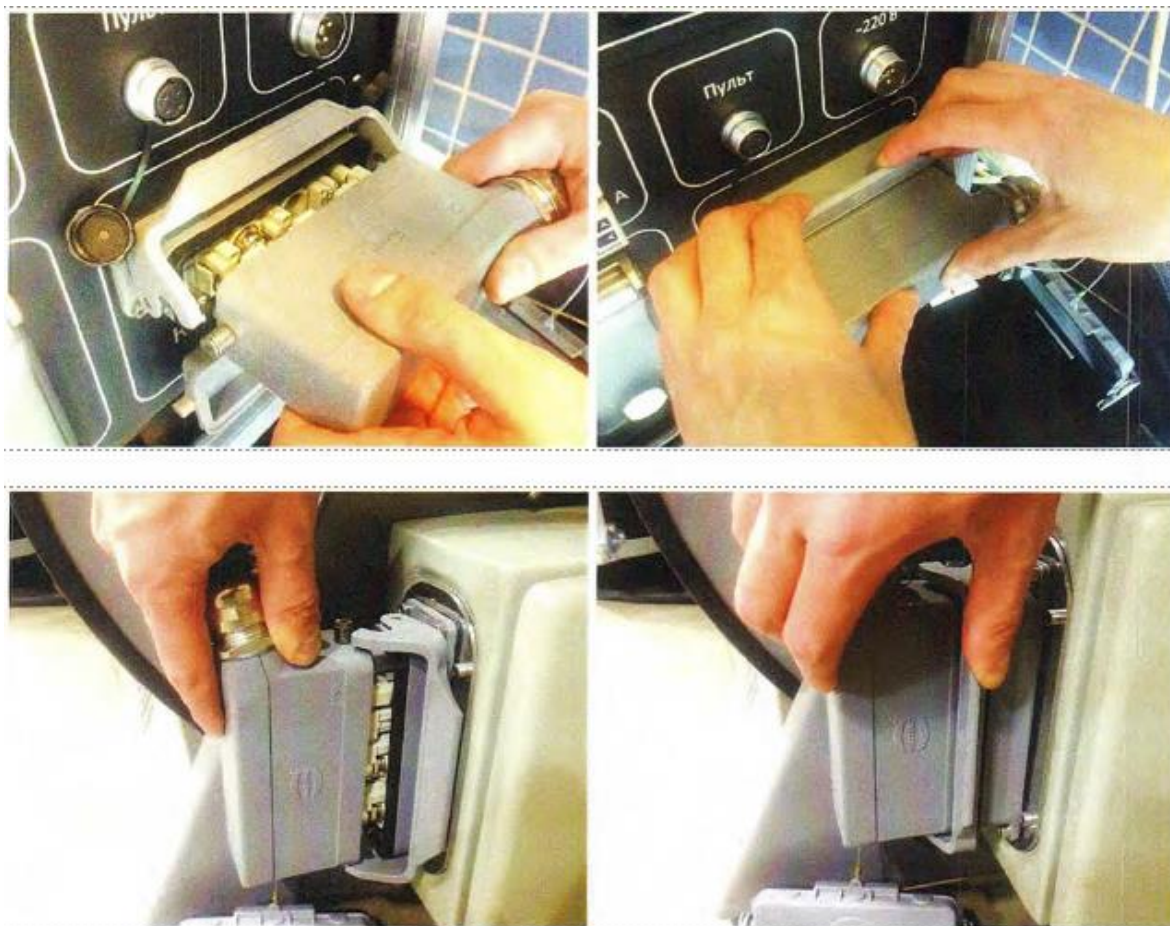


Рис. 22 Подключение палубного кабеля к НБУ

Подключите пульт ручного управления к разъему «Пульт» на передней панели (Рис. 23).



Рис. 23 Подключение ПРУ

Подключите сетевой шнур к разъему «~220 В» на лицевой панели (Рис. 24). Сетевой шнур находится в заднем выдвижном ящике надводного блока управления.



Рис. 24 Подключение кабеля питания

Убедившись, что рукоятка тумблера «Питание» находится в положении «0» (Рис. 25). Вставьте сетевой шнур в розетку 220В сети.



Рис. 25 Переключатель подачи питания на НБУ

Подключение кабеля подключения ТНПА

Снимите ручную лебедку с тормоза (Рис. 26). И вытравите необходимую, для комфортной работы с оборудованием для спуска на воду, длину кабеля.



Рис. 26 Сечение кабеля подключения ТНПА

Открутите четыре винта крепления кожуха и снимите его (Рис. 27).

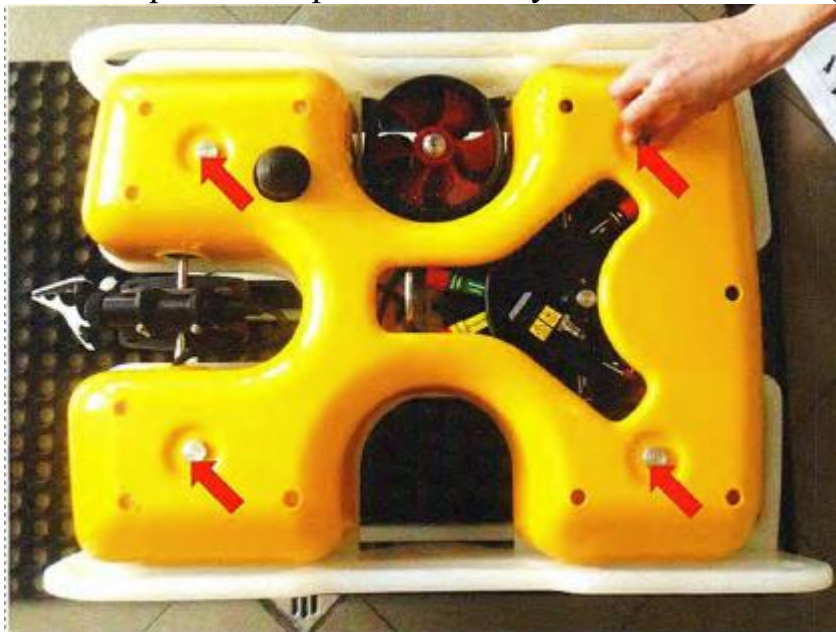


Рис. 27 Крепление защитного кожуха

Проденьте кабели с коммутационным блоком в специальное окно в кожухе (Рис. 28).



Рис. 28 Защитный кожух и кабель

Установите коммутационно-разделительный блок в соответствующее отверстие в плавучести ТНПА и уложите кабели так как показано на рисунке (Рис. 29). При необходимости проведите процедуры обслуживания уплотнительных колец на оптическом разъеме и обслуживания герморазъемов SubComm. Подключите силовой и оптический подводные разъемы.

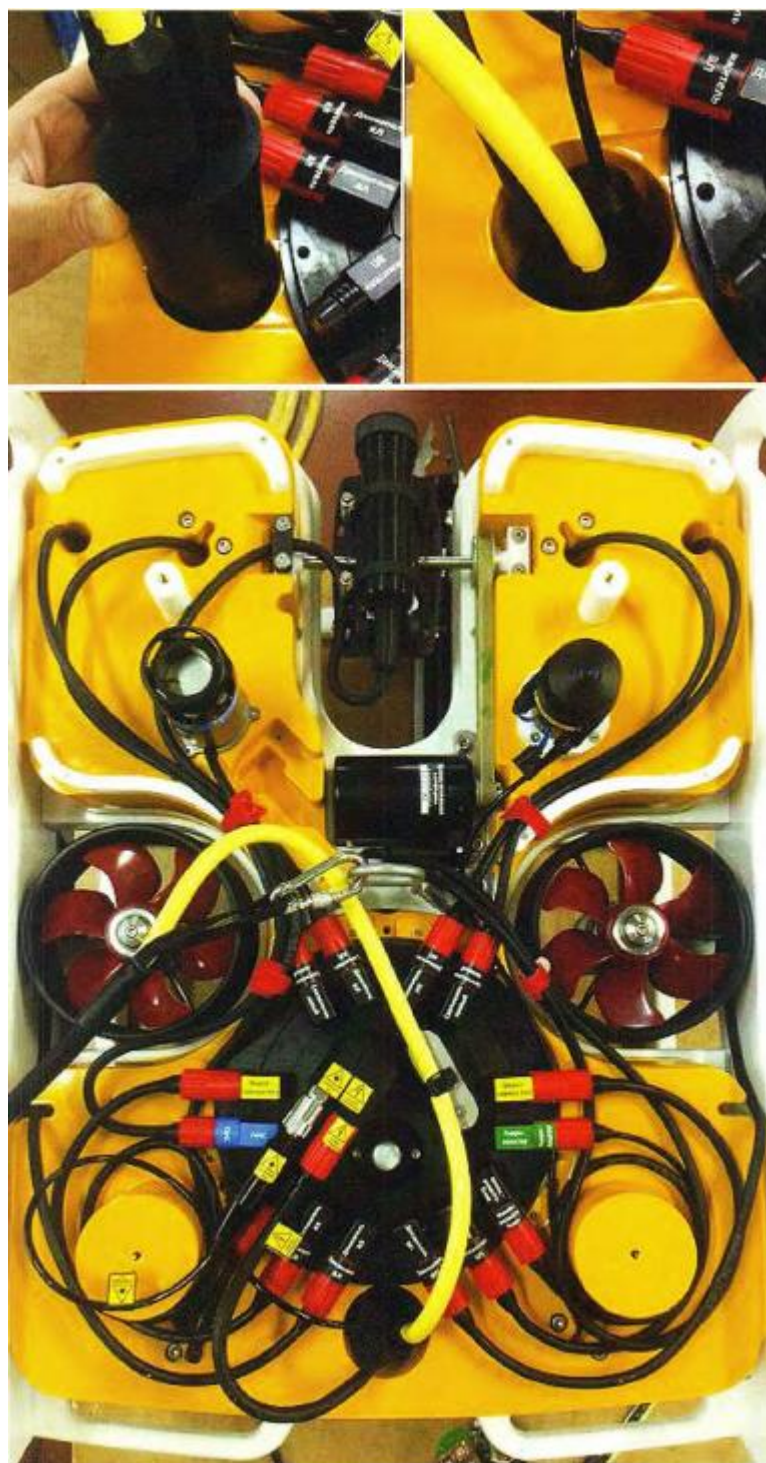


Рис. 29 Укладка кабелей

Зацепите страховочный карабин за такелажную точку аппарата (Рис. 30).



Рис. 30 Закрепление кабеля

Закройте и закрепите кожух.

Порядок использования ТНПА для мониторинга состояния морской среды.

Для проведения мониторинга состояния морской среды необходима установка специального оборудования на ТНПА «Марлин-350»:

- CTD-зонд;
- датчик скорости звука в воде;
- датчик химического состава воды;
- датчик радиации;
- инструменты для сбора проб грунта;
- другие датчики и приспособления для определения состояния и состава морской среды.

Для установки дополнительного оборудования на ТНПА предусмотрены интерфейсы для передачи данных, такие как:

- RS-232 -3 шт.
- RS-485 -1 шт.
- Ethernet 60 MBit – 1 шт.

Бортовой блок питания позволяет устанавливать дополнительное оборудование мощностью не более 200Вт и напряжением питания 12В и 48В.

Использование ТНПА для обследования района исследований способом «параллельных галсов» (с целью осмотра и создания фотограмметрических планов объектов).

Обследование выбранного района рекомендуется проводить по следующей схеме: судно носитель ТНПА становится на якорь в 50 метрах от объекта исследования; ТНПА выходит в расчетную точку, обозначенную маркером; ТНПА обследует район на галсах с расчетной длиной. Разворот ТНПА для захода на следующий галс осуществляется за границей выбранного района обследования. Схема маневрирования судна носителя и ТНПА в случае проведения обследования способом «параллельных галсов» приведена на рис. 31.

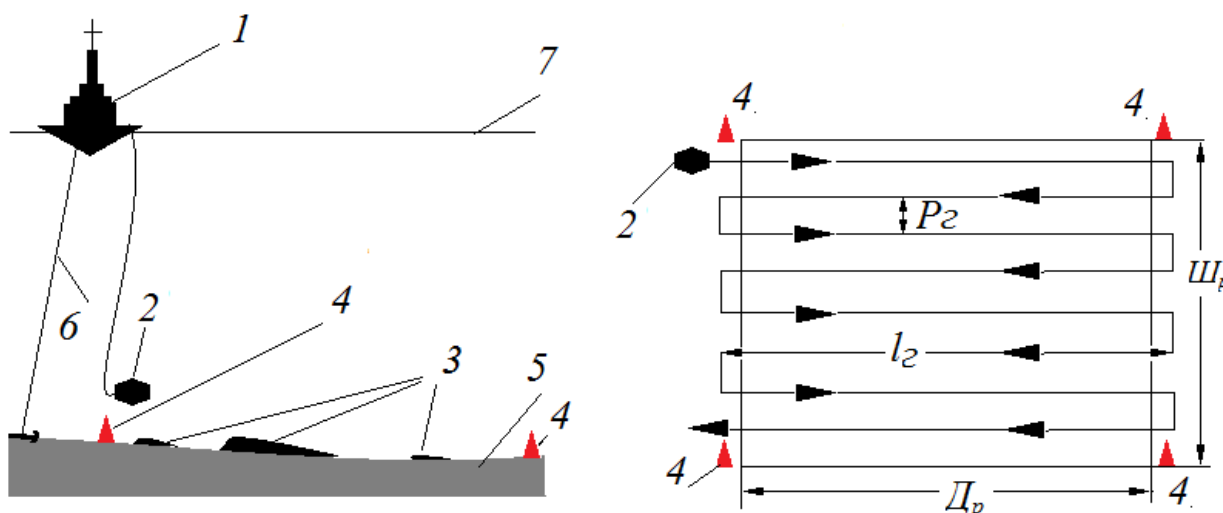


Рис. 31. Схема использования ТНПА для обследования района проведения исследований способом «параллельных галсов».

1 – судно носитель ТНПА; 2 – ТНПА; 3 – остатки кораблекрушения; 4 – маркеры (маяки-ответчики) 5 – грунт; 6 – якорь-цепь судна носителя ТНПА; 7 – поверхность воды;
 P_2 – интервал между галсами; l_2 – длина галса; $Ш_p$ – ширина района обследования;
 $Д_p$ – длина района обследования.

Значение интервала между галсами (P_2) выбирается с учетом обеспечения лучших условий для визуального наблюдения и будет находиться в прямой зависимости от прозрачности воды и освещения. Рекомендуется выбрать интервал между галсами равным 2 метрам, но с учетом перекрытия картинки параллельных галсов.

Количество галсов рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Ш_p}{P_2},$$

где N – количество галсов;

$Ш_p$ – ширина района проведения обследования, м;

P_2 – интервал между галсами, м.

Для составления фотограмметрических планов необходимо оснащать ТНПА дополнительным зафиксированным фото- видео-оборудованием с направлением съемки перпендикулярно объекту. При проведении фото- видео- съемки необходимо чтобы ТНПА держал постоянную, фиксированную дистанцию до объекта съемки.

Использование ТНПА для обследования района проведения исследований способом «расходящаяся коробочка».

Обследование выбранного района рекомендуется проводить по следующей схеме: судно носитель ТНПА становится на якорь в 50 метрах от объекта исследования; ТНПА выходит в расчетную точку центра района обследования; ТНПА обследует район на галсах с различной длиной, при

этом происходит смена курса в точках поворота на 90° . Схема маневрирования судна носителя и ТНПА в случае проведения обследования способом «расходящаяся коробочка» приведена на рис. 32.

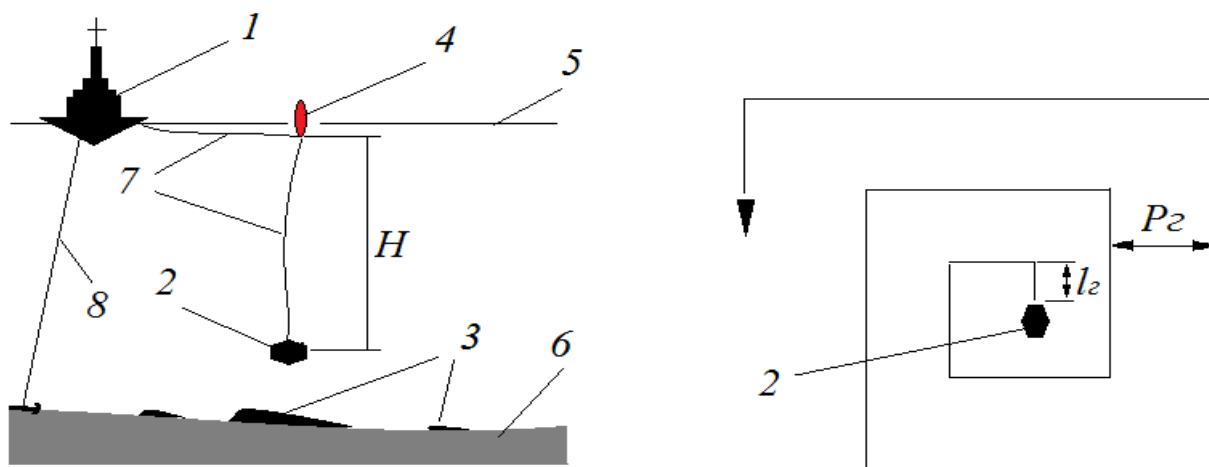


Рис. 32. Схема использования ТНПА для обследования района проведения исследований способом «расходящаяся коробочка».

1 – судно носитель ТНПА; 2 – ТНПА; 3 – остатки кораблекрушения;
4 – буй; 5 – поверхность воды; 6 – грунт; 7 – кабель-трос ТНПА; 8 – якорь-цепь судна носителя ТНПА; H – длина кабель-троса ТНПА;
 P_2 – интервал между галсами; l_2 – длина галса.

Значение интервала между гласами (P_2) выбирается с учетом обеспечения лучших условий для визуального наблюдения и будет находится в прямой зависимости от прозрачности воды и освещения. Рекомендуется выбрать интервал между гласами равным 2 метрам. После каждых двух поворотов ТНПА на 90° длина галса увеличивается на значение интервала между гласами (P_2). Длина кабель-троса между ТНПА и буюм (H) рассчитывается по формуле:

$$H = L_i + h,$$

где L_i – сумма длин галсов, м;

h – глубина до объекта исследования, м.

Использование ТНПА для промера глубин в районе выполнения исследовательских задач.

С целью составления планшета глубин, район проведения исследований условно разбивается на квадраты с ячейками размером 2 на 2 метра. ТНПА, проходя галсами над местом исследования, последовательно садится на грунт в квадрате, что позволяет провести промер глубины (рис. 33).

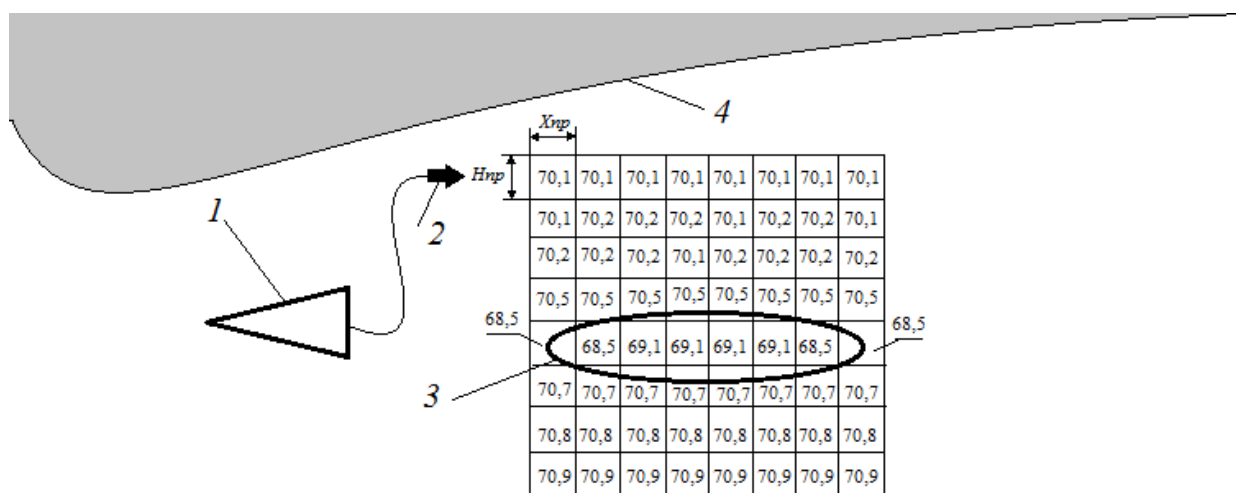


Рис. 33. Планшет глубины в масштабе.

1 – судно носитель ТНПА; 2 – ТНПА; 3 – остатки кораблекрушения;
4 – береговая черта; $X_{пр}$ – шаг промера; $H_{пр}$ – интервал между галсами.

В случае если район исследований находится в приливо-отливной зоне, промеры необходимо приводить к **теоретическому нулю глубины**. Используя данные содержащиеся в таблицах приливов и отливов, следует выстроить мореграмму колебаний уровня моря в районе исследования. Мореграмма позволяет определить поправки к глубине, замеренной в определенный момент времени.

Использование ТНПА для сбора и доставки на поверхность подъемного материала.

В ходе выполнения работ может возникнуть необходимости осуществить сбор и доставку на поверхность образцов грунта и подъемного археологического материала. Решение о проведении сбора материалов, их выбор принимает руководитель археологической экспедиции. Подъем материала производится только после необходимой фиксации. Для сбора и подъема образцов используется либо сам манипулятор, либо приспособление, которое он может взять (крючки, зажимы, фиксаторы и т.д.). Подобные дополнительные механизмы могут изготавливаться применительно к конкретной форме, размеру и весу объекта, который необходимо поднять. Далее пилот ТНПА обеспечивает зависание аппарата над объектом на минимальном расстоянии от него после чего, используя горизонтальные двигатели и манипулятор, осуществляет захват предмета.

Доставка отдельного предмета на поверхность, сопровождаемая подъемом ТНПА малоэффективна. Рекомендуется использовать специальную корзину, которая устанавливается у приметного ориентира на дне. ТНПА собирает подъемный материал в корзину, после чего обеспечивает ее подъем на поверхность. Помимо эффективности, подобный способ устраняет вероятность утери или повреждения образца при его подъеме непосредственно с помощью захвата манипулятора.

6. Техническое обслуживание

Аппарат «Марлин-350» изготовлен из прочных материалов и сконструирован так, чтобы выдерживать сложные условия окружающей водной среды. Избегание ударов и сотрясений может значительно увеличить срок службы аппарата и уменьшить его техобслуживание. Выполнение основных требований по техническому обслуживанию, изложенных ниже является обязательным.

Техническое обслуживание после каждого погружения

После каждого использования аппарата в морской воде, тщательно промойте его пресной водой. Рекомендуются погрузить аппарат в контейнер, наполненный пресной водой. Затем дайте возможность как можно большему количеству воды стечь с аппарата и поместите его в транспортировочный кейс. Кабель также промойте в пресной воде просушите. Замотайте кабель на ручную кабельную выюшку для хранения.

Предпогружные проверки

Предпогружные проверки должны предшествовать каждому погружению:

1. Визуальный осмотр аппаратов включает контроль винтов движителей, крепления всех элементов ТНПА, проверку на отсутствие механических повреждений рамы и других компонентов.
2. Проверьте кабель на скручивание, порезы и другие видимые повреждения. ТНПА не может быть использован в случае, если кабельные разъемы имеют повреждения.
3. Проверьте правильную работу всех движителей ТНПА.
4. Проверьте все разъемы и крепления.
5. Проверьте все разъемы на блоке электроники; все они должны быть соединены и зафиксированы.

Примечание: эти герметичные разъемы имеют тенденцию со временем «сохнуть». Используйте диэлектрический силикон для смазки обеих частей разъема, что делает более легким соединение блочной и кабельной частей разъема. Это относится ко всем герметичным разъемам на ТНПА, т.е. на движителях, камер и разъемам другого установленного дополнительного оборудования.

6. Также проверьте фиксацию разъема кабеля подключения ТНПА.
7. Убедиться, что все неиспользуемые разъемы на ТНПА закрыты заглушками.
8. Помните, что в незаглушенный разъем может попасть вода, что приведет к серьезным повреждениям электрической системы ТНПА.
9. Убедиться, что все надводные кабели соединены.

Внимание: При включении питания может оказаться, что движители находятся в работе. Чтобы этого избежать, необходимо повернуть выключатель Автоглубина в положение «выкл.», ползунок Ручного Управления Глубиной установить в центр, выключатель Автокурс установить в положение «выкл.» перед включением питания.

10. Перед подачей питания в систему, прочтите меры предосторожности, указанные ниже. Сначала проверьте освещение, камеру и движители. Убедитесь, что видео хорошего качества и другое видеооборудование работает должным образом.

Внимание: Не включайте освещение на поверхности более чем на 10 секунд, так как лампы могут перегреть стекла иллюминаторов.

11. После помещения ТНПА в воду, проверьте дифферент и балластировку аппарата.

Послепогружные проверки.

Послепогружные проверки должны проводиться после каждого погружения.

1. ПА должен быть визуально осмотрен после каждого погружения, чтобы гарантировать, что нет никаких механических повреждений.
2. Проверьте винты на любые загрязнения.
3. Визуально осмотрите разъемы, чтобы убедиться, что они плотно соединены между собой.
4. Осмотрите кабель на разрыв и / или порезы или изгибы на внешней оболочке.
5. Аппарат нужно промыть в пресной воде, если он работал в соленой воде.
6. Проверьте все функции ПА.

Особенности определения геометрических размеров объекта исследования при проведении фото- и видеосъёмки

Использование эталона.

Геометрические размеры объекта исследования при его фото- и видеосъёмке под водой удобно определять, используя эталон. В качестве эталона рекомендуется использовать масштабную линейку.

Существует два способа закрепления эталона. В первом случае, ТНПА закрепляет линейку с помощью манипулятора непосредственно на объекте. Во втором случае, линейка устанавливается перед объектом на определенном расстоянии. При этом эталон необходимо устанавливать с расчетом, чтобы он не затенял изображение исследуемого объекта на фотоснимке.

Примечание: При упрощённой визуальной оценке объекта исследования без использования эталона, в расчет берётся поправка на преломление света - под водой объект кажется в 1,25 раза больше своих истинных размеров.

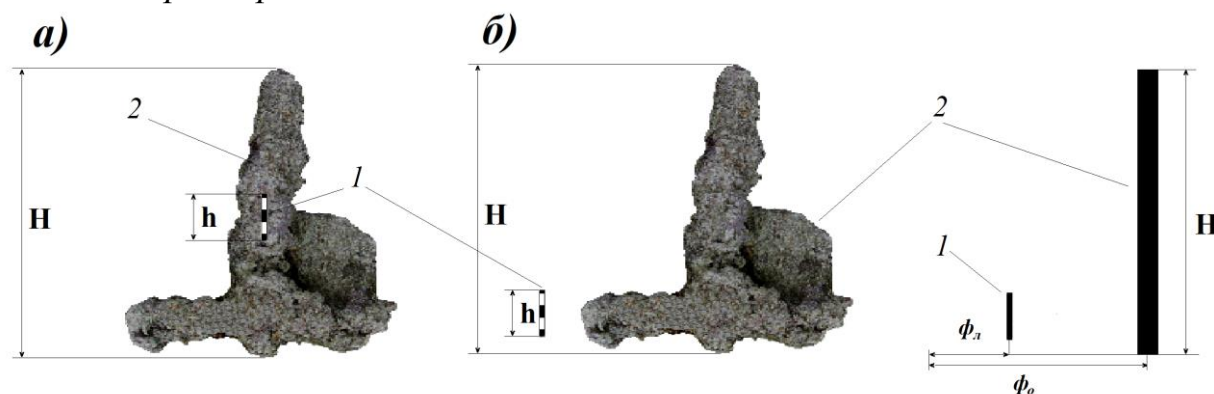


Рис. 1. Определение размера объекта исследования с помощью эталона.
1 – эталон; 2 – объект исследования.

После проведения фото- и видеосъёмки, геометрические размеры объекта исследования определяются с использованием следующих формул:

в случае, когда эталон закреплен непосредственно на объекте исследования (рис. 1.а),

$$H = \frac{A \cdot h}{a},$$

где A – истинный размер эталона, м;

H – истинный размер объекта, м;

a – размер изображения эталона на фотографии, мм;

h – размер изображения объекта на фотографии, мм.

в случае, когда эталон установлен на определенном расстоянии перед объектом исследования (рис. 1.б),

$$H = \frac{A \cdot h \cdot \phi_o}{a \cdot \phi_l},$$

где A – истинный размер эталона, м;

H – истинный размер объекта, м;

a – размер изображения эталона на фотографии, мм;

h – размер изображения объекта на фотографии, мм;

ϕ_o – расстояние от места нахождения ТНПА в момент фотографирования до объекта исследования, м;

ϕ_l – расстояние от места нахождения ТНПА в момент фотографирования до эталона, м;

6.2. Использование лазерных маркеров.

Геометрические размеры объекта исследования при его фото- и видеосъемке под водой можно определять, используя лазерные целеуказатели - маркеры. С этой целью ТНПА перед началом работ оборудуется минимум двумя лазерными целеуказателями в водонепроницаемых боксах (количество лазерных целеуказателей может быть два и более, причем рекомендуется устанавливать минимум 3-4 лазерных целеуказателя на случай выхода одного из них из строя). Лазерные целеуказатели устанавливаются на заранее определенном расстоянии друг от друга, их лучи должны быть строго параллельны друг другу. Наличие любого угла в расположении линеек отразится на точности измерения (в этом случае расстояние между точками не будет постоянным и будет меняться в зависимости от удаления от них объекта съемки). Расстояние между маркерами фиксируется перед погружением аппарата (следует проверить расстояние между маркерами и после погружения, чтобы убедиться, что не было смещения от механических воздействий во время погружения и работы). При проведении фото- и видеосъемки, отметки лазерных маркеров на объекте будут выполнять роль эталона (рис. 2.).

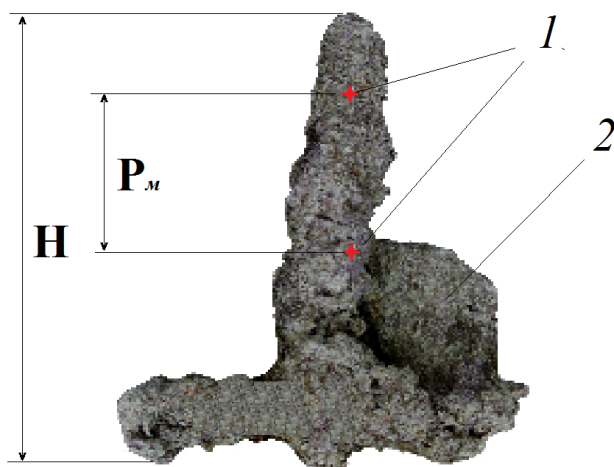


Рис. 2 Определение размера объекта исследования с помощью эталона.
1 – лазерные маркеры; 2 – объект исследования.

При необходимости провести фотофиксацию большого числа объектов или одного крупного объекта, этот способ позволяет значительно сократить время на проведения исследования. Для проведения фото-видеофиксации объектов с целью составления фотограмметрического плана, он практически незаменим.

После проведения фото- и видеосъёмки, геометрические размеры объекта исследования определяются с использованием следующей формулы:

$$H = \frac{A \cdot P_m}{M},$$

где A – истинный расстояние между лазерными маркерами, см;

H – истинный размер объекта, см;

P_m – расстояние между лазерными маркерами на фотографии, мм;

M – размер изображения объекта на фотографии, мм.

Рекомендуется постоянно использовать лазерные целеуказатели при визуальной разведке, так как маркеры помогают оценить реальные размеры объекта под водой.

Использование дополнительных источников освещения при обследовании объектов под водой.

Проведение работ на глубинах 60-80 метров и более выявило необходимость дооборудования ТНПА дополнительными источниками освещения.

Конструкция ТНПА типа «Марлин-350» позволяет доукомплектовать аппарат, как автономными подводными светильниками, так и кабельными светильниками и прожекторами.

Использование автономного подводного светильника проще конструктивно, однако вызывает необходимость частого подъема аппарата на поверхность для смены аккумуляторных батарей. При длительной работе на дне этот способ не совсем рентабелен.

Использование кабельных светильников или прожекторов требует интеграции системы питания в энергосеть ТНПА. Использование светильников или прожекторов с питанием от собственного кабеля опасно, т.к. может произойти запутывание кабеля ТНПА с кабелем светильника.

Опыт применения дополнительных светильников показал следующие особенности. Монтаж светильников на раме ТНПА в непосредственной близости от объектива камеры позволяет увеличить дальность визуальной картинки, однако приводит к потере четкости изображения в результате «засветки» растворенных в воде частиц. Вынос светильников за раму ТНПА несколько расширяет конус освещения, однако в этом случае снижаются маневренные характеристики самого аппарата. Особенно это проявляется при движении аппарата по поверхности воды. Но в конечном итоге

максимальное удаление дополнительных светильников от объектива, увеличение их количества позволяет получать несравненно лучшую по качеству картинку, чем применение штатного оборудования.

Рекомендуется использование светодиодных светильников, что обеспечивает малое энергопотребление и большее производство света на 1 Вт мощности. Светильник должен быть двухсредным, т.е. обладать способностью переходить под воду из воздушной среды и обратно, во включенном и разогретом состоянии. Важно, чтобы угол фокусирования светового потока был равен 60° , а угол равномерной боковой засветки достигал значения 90° . Значение светового потока светильника должно быть не менее 1000 Лм.

Количество светильников может быть от 2-х и более, при этом необходимо учитывать остойчивость и крен ТНПА, при установке дополнительных осветительных приборов. После установки дополнительных осветительных приборов и перед проведением работ, необходимо провести испытание аппарата (развесовку), на малой глубине.

Важным свойством дополнительного осветительного оборудования должна быть ремонтпригодность в экспедиционных условиях без потребности в специальном оборудовании и инструментах. Рекомендуется при работе в открытом море иметь дополнительные, запасные светильники. Все дополнительное оборудование рекомендуется снабжать страховочным креплением. При применении дополнительного (не штатного) оборудования, следует учитывать предельно возможную глубину его использования, которая может отличаться от возможностей ТНПА.

Рекомендации по проведению специальных расчетов

Расчет площади обследования за одно погружение ТНПА.

При расчете значения площади обследования за одно погружение ТНПА рекомендуется использовать следующую формулу:

$$S = T \cdot P \cdot V,$$

где S – площадь обследуемого участка морского дна, $м^2$;

T – заданное время маневрирования ТНПА на дне, $с$;

P – ширина полосы обследования, $м$;

V – скорость с которой движется ТНПА, $м/с$.

Расчет максимальной ширины полосы обследования грунта при использовании ТНПА.

При расчете значения максимальной ширины полосы обследования грунта при использовании ТНПА рекомендуется использовать следующую формулу:

$$P = 2\sqrt{Z^2 - h^2},$$

где P – ширина полосы обследования, $м$;

Z – дальность видимости в придонном слое, $м$;

h – расстояние от ТНПА до донной поверхности, $м$.

Расчет времени, которое необходимо для проведения обследования донной поверхности с использованием ТНПА.

При расчете времени, которое необходимо для проведения обследования донной поверхности с использованием ТНПА рекомендуется использовать следующую формулу:

$$T = \frac{S}{Z \cdot V},$$

где T – заданное время маневрирования ТНПА на дне, $с$;

Z – дальность видимости в придонном слое, $м$;

S – площадь обследуемого участка морского дна, $м^2$;

V – скорость с которой движется ТНПА, $м/с$.