

Оглавление

Введение	2
1. Состав системы	2
1.1. ZimaBase: Гидроакустическая станция пеленгования	2
1.1.1. Общие сведения	2
1.1.1. Работа с пультовым ПО ZimaHost	5
1.1.1.1. Системные требования	5
1.1.1.2. Описание интерфейса ПО	6
1.1.2. Хранение и обслуживание	9
1.2. Zima-Responder: маяк-ответчик	9
1.2.1. Общие сведения	9
1.2.2. Варианты исполнения	12
1.2.3. Работа с устройством (автономное исполнение)	12
1.2.4. Работа с устройством (интегрируемое исполнение)	14
1.2.5. Хранение и обслуживание	15
2. Эффективное применение навигационной системы Zima	15

Введение

Подводная акустическая навигационная система Zima предназначена определения в реальном времени горизонтального угла и дистанции до подводных объектов, оснащенных гидроакустическими маяками-ответчиками Zima-R. Маяки-ответчики (далее маяки) могут устанавливаться на телеуправляемые подводные аппараты (ТНПА), обитаемые подводные аппараты (ОПА), автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) а также на дайверов и технических водолазов (в случае использования автономной версии маяка).

Навигационная система Zima является ультракороткобазисной навигационной системой (УКБ), принцип работы которой основан на применении фазированной антенной решетки для определения горизонтального угла прихода сигнала и определения дистанции до маяка методом "запрос-ответ". Отличительной особенностью данной системы является т.н. двусторонняя навигация, запатентованное решение, которое позволяет взаимно определять дистанцию как на базовой станции, так и на маяке, а также передавать на маяк азимутальный угол на базовую станцию. Система также позволяет передавать на маяки сигналы телеуправления и получать от маяков телеметрические данные.

1. Состав системы

1.1. ZimaBase: Гидроакустическая станция пеленгования

1.1.1. Общие сведения

Гидроакустическая станция пеленгования (далее базовая станция) предназначена для передачи на маяки управляющих акустических сигналов, определения времени распространения сигнала до маяков, определения горизонтального угла прихода ответных сигналов маяков, передачи команд телеуправления и получения телеметрической информации от маяков посредством специализированных гидроакустических сигналов.

Базовая станция выполняется в виде необслуживаемого моноблока на кабеле, залитого в высокопрочный полиуретановый компаунд. Станция имеет фазированную антенную решетку, передающую антенну, встроенный датчик

глубины/температуры. В качестве дополнительной опции базовая станция комплектуется iMEMS AHRS (гироазимут). В общем случае базовая станция монтируется на жесткой вертикальной штанге с учетом направленности антенны - определяемые углы прихода передаются в системе координат антенны.

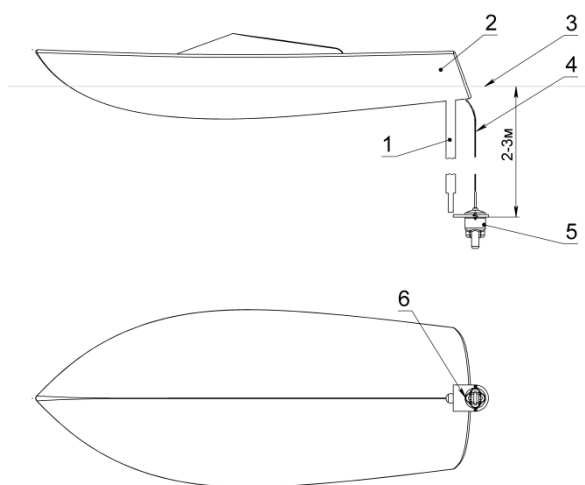


Рисунок 1 - рекомендуемая схема установки базовой станции Zima-BASE.

На рисунке 1 цифрами обозначены: 1 - штанга, 2 - плавсредство, 3 - уровень воды, 4 - кабель базовой станции, 5 - базовая станция, 6 - нулевое направление пеленгационной станции.

На рисунке 2 представлен габаритный чертеж базовой станции Zima-BASE.

Базовая станция имеет ввод кабеля энергетического и информационного сопряжения и отверстие датчика давления/температуры. Структурно базовая станция разделена на следующие части: кабельный ввод (в верхней части станции) и крепежный паз для фиксации станции при помощи хомута. Ниже располагается цилиндрическая поверхность передающего пьезоэлемента, под которой находится приемная фазированная антенная решетка. Поверхности передающего элемента и приемной решетки при установке перекрывать или экранировать не допускается.

Для правильной работы станции требуется прямая видимость между рабочими поверхностями станции и антенной маяка-ответчика.

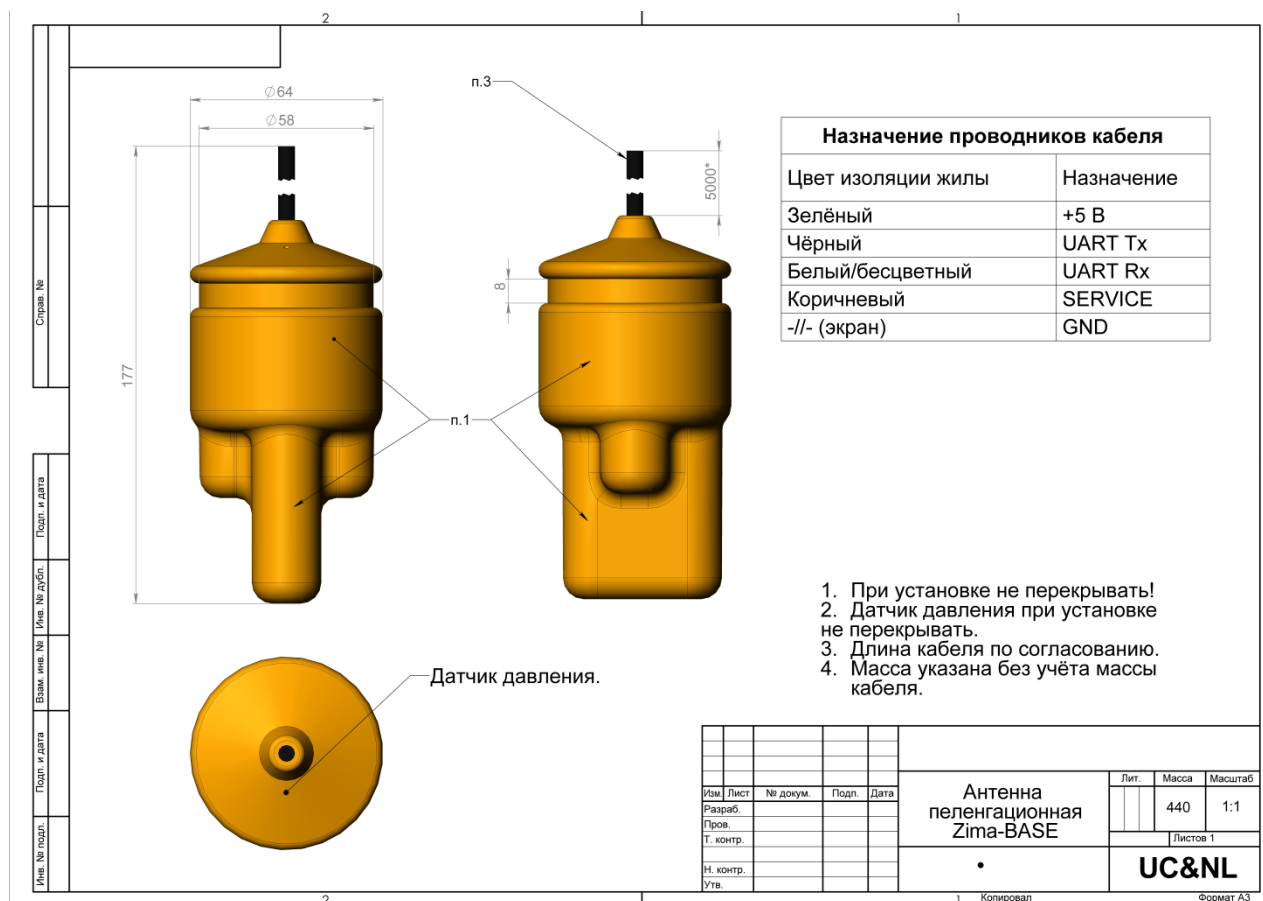


Рисунок 2 – Габаритный чертёж базовой станции.

Стандартным интерфейсом подключения базовой станции является UARTc напряжением питания линий данных 3.3 вольта. Станция снабжается кабелем, длиной до 5 метров. По согласованию с заказчиком в комплект поставки может быть включен более длинный кабель с преобразователями интерфейса UART->RS-422 с отдельным питанием.

В таблице 1 приведены технические характеристики базовой станции.

Таблица 1 - Технические характеристики базовой станции ZimaBASE

№	Параметр	Значение	Примечание
1	Габариты, мм	Ф64х128	Без учета кабеля
2	Вес, кг	0.44	Сухой, без учета кабеля
3	Энергетическая дальность связи, м	8000	

4	Максимальная относительная скорость (Tx/Rx), м/с	+/-2	
5	Диапазон рабочих температур, °C	-5..50	
6	Потребляемая мощность (Rx/Tx), Вт	0.3/25	
7	Напряжение питания, В	4-12	
8	Максимальная глубина, м	300	
9	Номинальная погрешность по глубине, м	0.1	При корректном задании солености
10	Интерфейс	UART 9600	+ NMEA0183 PZMA
11	Напряжение линий данных, В	0..3	
12	BER	10 ⁻⁶	
13	Время старта, мсек	100	
14	Соотношение сигнал/помеха в полосе, дБ	-4	Без учета многолучевого распространения и эффекта Доплера
15	Номинальная точность встроенного сенсора температуры, °C	0.1	
16	Длина кабеля, м	1.5	В зависимости от комплектации
17	Схема кодового разделения (команд/абонентов)	32/23	
18	Номинальная точность определения горизонтального угла прихода сигнала, °	1	
19	Номинальная точность определения дистанции, м	0.3	
20	Полоса частот, кГц	6-18	

1.1.1. Работа с пультовым ПО ZimaHost

1.1.1.1. Системные требования

Специализированное ПО ZimaHost (далее ПО) работает под управлением операционной системы MSWindows версий 7, 8 и 10. Рекомендуется монитор разрешением не менее 1024x768 пикселей и наличие мыши или тачпада.

ПО является портируемым (Portable) и не требует какой-либо установки. Однако, поскольку коммутация с базовой станцией осуществляется посредством преобразователей интерфейса UART/RS-232/RS-422 в USB, то могут потребоваться дополнительные драйверы для конкретного преобразователя.

1.1.1.2. Описание интерфейса ПО

Общий вид главного окна ПО представлен на рисунке 3. Окно разделено на функциональные элементы: основное меню, панель "Радар", на которой отображается расположение маяков относительно базовой станции, статус базовой станции: AHRS (гироазимут), TRX (приемопередатчик), DPT (глубина) и TMP (температура) встроенного сенсора базовой станции и состояние текущей транзакции ("Действие").

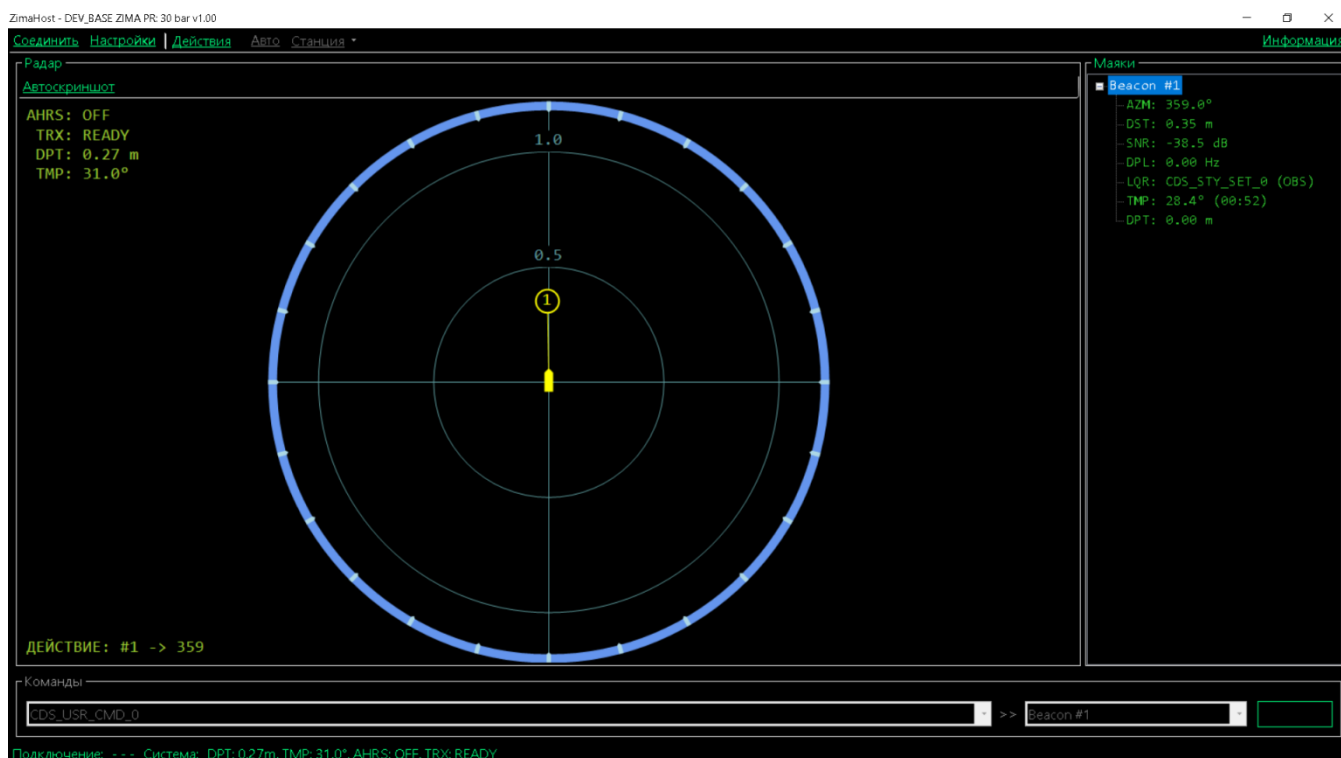


Рисунок 3 - общий вид главного окна ПО ZimaHost

Панель "Маяки" содержит детальную информацию по маякам, с которыми ведется работа. Для каждого маяка может отображаться следующая информация:

- AZM - азимут - горизонтальный угол относительно нуля антенны,
- DST - наклонная дальность,
- SNR - соотношение сигнал-шум на выходе приемника базовой станции,
- LQR - результат последнего запроса,
- TMP - показания встроенного датчика температуры на маяке,
- DPT - показания встроенного датчика глубины на маяке.

Дополнительно может отражаться статус "TIMEOUT" в случае, если по каким-либо причинам базовая станция не приняла ответный сигнал маяка.

Панель "Команды" содержит элементы выбора пользовательской команды, адреса маяка и кнопку отправки выбранной команды выбранному маяку.

Пункт основного меню "Настройки" (становится доступным только при отсутствии подключения ПО к базовой станции) вызывает диалоговое окно настроек, которое имеет вид как на рисунке 4.

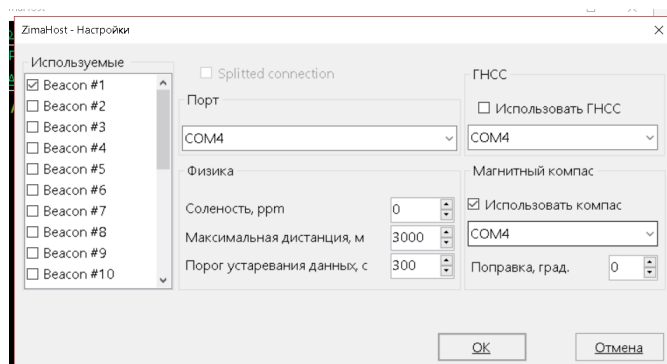


Рисунок 4 - Общий вид диалогового окна настроек

Диалоговое окно настроек содержит выпадающий список "Порт" для выбора порта сопряжения с базовой станцией; Список "Используемые" позволяет выбрать адреса маяков, с которыми планируется работа; Параметр "Соленость" позволяет ввести в систему релевантное значение солености для более точного определения скорости звука (и как следствие, более точному определению дистанции); Параметр "Максимальная дистанция" влияет на величину времени ожидания ответа маяка.

Значение поля "Порог устаревания данных" задает время, после которого данные в окне свойств маяка будут помечены аббревиатурой OBS (obsolete). При

наличии приемника спутниковой навигационной системы и магнитного компаса, система позволяет производить пересчет относительных координат маяков-ответчиков в географические. Для этого требуется отметить флажки "Использовать ГНСС" и "Использовать компас" с указанием соответствующих портов, к которым подключены устройства.

Поле "Поправка" задает угловое отклонение нуля антенны базовой станции и нуля магнитного компаса.

После выбора пункта главного меню "Соединить" ПО информационно сопрягается с базовой станцией, о чем свидетельствует надпись в строке статуса "ОК".

Для изменения адреса маяка требуется выбрать пункт главного меню "Действия" ->"Маяк" ->"Изменить адрес". После чего в появившемся диалоговом окне следует указать текущий адрес маяка (по умолчанию все маяки имеют адрес #1) и новый адрес, который требуется задать. Маяк должен быть включен и находится рядом с базовой станцией (если смена адреса производится на воздухе) - не далее 10-15 см.

При активации пункта главного меню "Авто" система автоматически будет обрабатывать все маяки, которые были отмечены в диалоговом окне настроек.

Для того, чтобы изменить адрес маяка или отправить пользовательскую команду, требуется деактивировать режим "Авто".

При возникновении таймаута маяк будет отображаться пунктирной линией на панели "Радар".

Пункт меню "Станция" содержит подпункты "Информация" - при нажатии на который (при активном подключении) отображается окно с информацией о серийном номере и версии ПО базовой станции, внешний вид окна показан на рисунке 5.

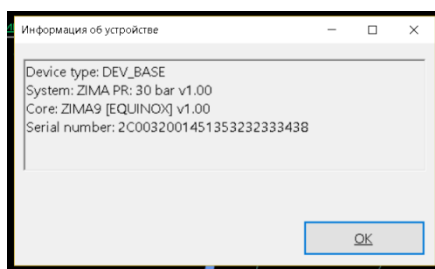


Рисунок 5 - Внешний вид окна "Информация об устройстве"

Подпункт "Станция"-"Задать"-"Принять" текущее давление за атмосферное" позволяет задать значение атмосферного давления для более точного определения глубины базовой станции. Калибровка атмосферного давления должна производиться только тогда, когда базовая станция находится у воды и не погружена в воду!

Подменю "Журнал" пункта меню "Действия" содержит пункты для работы с файлами журнала.

Подменю "Трек" становится доступным только если ПО ZimaHost накапливает трек маяков, что возможно только при подключении магнитного компаса и приемника GNSS. В этом случае определяются абсолютные географические координаты маяков-ответчиков и становится возможным сохранения их треков в формате GoogleKML.

1.1.2. Хранение и обслуживание

К базовой станции не предъявляется особых требований по хранению и обслуживанию, за исключением следующих:

- При использовании в соленой и/или сильно загрязненной воде необходимо проводить опреснение (отстой и промывку в пресной воде);
- Не допускается применение каких-либо органических растворителей, сильных кислот, щелочей и других агрессивных веществ;
- При необходимости возможна промывка в бытовых мыльных растворах;
- Не допускается воздействия ударных или значительных статических нагрузок;
- Не допускается сильное (с радиусом менее 5 см) перегибание кабеля;

1.2. Zima-R: маяк-ответчик

1.2.1. Общие сведения

Маяк-ответчик выполняется в виде необслуживаемого моноблока на кабеле, залитого в высокопрочный полиуретановый компаунд. Внешний вид маяка-ответчика ZimaR показан на рисунке 6. Структурно маяк содержит кабельный ввод, крепежный паз, отверстие датчика давления и рабочую поверхность. Отверстие датчика давления и рабочие поверхности (цилиндр и торец цилиндра, противоположный кабельному вводу) перекрывать и экранировать не допускается.

Для правильной работы акустической связи требуется прямая видимость между базовой станцией и маяком-ответчиком.



Рисунок 6 - Внешний вид маяка-ответчика ZimaR в автономном исполнении.
Маяк соединен кабелем с батарейной канистрой

В таблице 2 приведены технические характеристики маяка-ответчика.

Таблица 2 - Технические характеристики маяка-ответчика Zima-R

№	Параметр	Значение	Примечание
1	Габариты, мм	Ф64х62	Без учета кабеля
2	Вес, кг	0.3	Сухой, без учета канистры
3	Энергетическая дальность связи, м	8000	
4	Максимальная относительная скорость (Tx/Rx), м/с	+/-2	
5	Диапазон рабочих температур, °C	-5..50	
6	Потребляемая мощность (Rx/Tx), Вт	0.3/25	
7	Напряжение питания, В	4-12	
8	Максимальная глубина, м	300	
9	Номинальная погрешность по глубине, м	0.1	При корректном задании солености
10	Интерфейс	UART 9600	+ NMEA0183 PZMA
11	Напряжение линий данных, В	0..3	
12	BER	10 ⁻⁶	

13	Время старта, мсек	100	
14	Соотношение сигнал/помеха в полосе, дБ	-4	Без учета многолучевого распространения и эффекта Доплера
15	Номинальная точность встроенного сенсора температуры, °C	0.1	
16	Длина кабеля, м	0.5	В зависимости от комплектации
17	Схема кодового разделения (команд/абонентов)	32/23	
18	Номинальная точность определения горизонтального угла прихода сигнала, °	1	
19	Номинальная точность определения дистанции, м	0.3	
20	Полоса частот, кГц	6-18	

Таблица 3 - Технические характеристики батарейной канистры¹

№	Параметр	Значение	Примечание
1	Габариты, мм	Ф50х165	
2	Вес, кг	0.58	
3	Тип аккумуляторов	Никель-металлгидридные	
4	Емкость, А*ч	2.9	
5	Номинальное напряжение, В	12	
6	Количество элементов, шт	10	
7	Максимальная глубина, м	300	
8	Диапазон рабочих температур, °C	-5..50	

¹ Стандартная комплектация, может быть изменена без уведомления.

1.2.2. Варианты исполнения

Маяк ZimaR представляет собой приемопередатчик гидроакустической цифровой широкополосной связи и может сопрягаться с управляющей системой энергетически и информационно. В этом случае имеется возможность, при наличии у управляющей системы магнитного компаса, определять дистанцию и курсовой угол на базовую станцию, а также получать кодовые команды телеуправления от базовой станции.

При автономном исполнении маяк комплектуется батарейной канистрой, как показано на рисунке 6. В этом случае он является полностью автономным и не требует сопряжения с носителем.

1.2.3. Работа с устройством (автономное исполнение)

В случае автономного исполнения маяк является полностью автономным. Для работы он должен фиксироваться на носителе таким образом, чтобы рабочие поверхности моноблока (цилиндрическая поверхность и торец) не перекрывались элементами крепежа (для крепления должен использоваться специальный паз) и не экранировались различными элементами конструкции носителя. Для включения маяка-ответчика требуется подключить его к батарейному блоку при помощи разъема, как показано на рисунке 7.

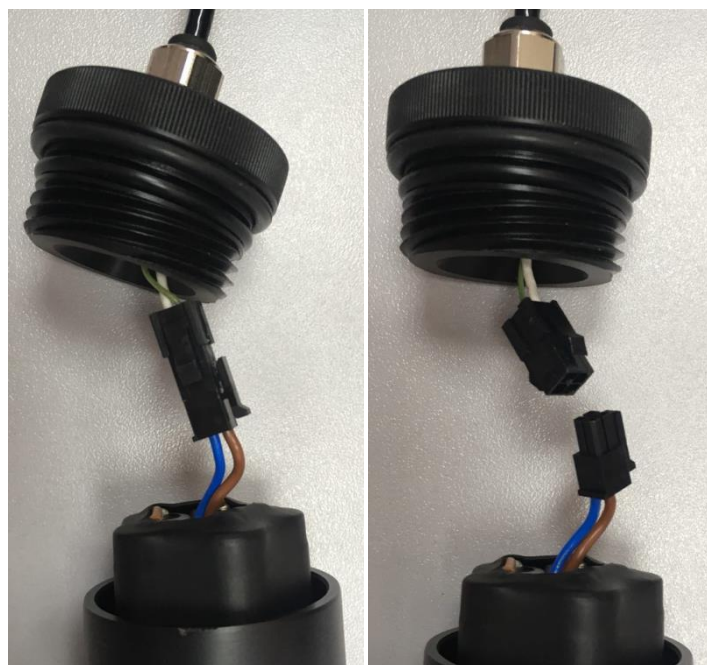


Рисунок 7- подключение маяка-ответчика к батарейному блоку. Слева направо: разъем подключен, разъем отключен

В данном исполнении маяк комплектуется никель-металлгидридной сборной батареей из 10 элементов.

Нормобарический корпус (канистра) имеет крышку с двойным уплотнением и четырехзаходной резьбой, которая позволяет закрывать крышку канистры за 3/4 оборота. Перед погружением в воду необходимо убедиться, что крышка канистры плотно закручена (от руки).

После подключения разъема маяка к батарейному блоку в течении первых десяти секунд устройство производит калибровку атмосферного давления, поэтому не допускается в течении первых десяти секунд с момента включения прибора прикладывать к нему какое-либо (отрицательное или положительное) давление, отличное от атмосферного - это приведет к некорректному измерению глубины маяком-ответчиком.

При автономном исполнении Tx и Rx жилы кабеля маяка замкнуты (см. рисунок 8). Это приводит к автоматическому отключению модуля UART в целях энергосбережения.

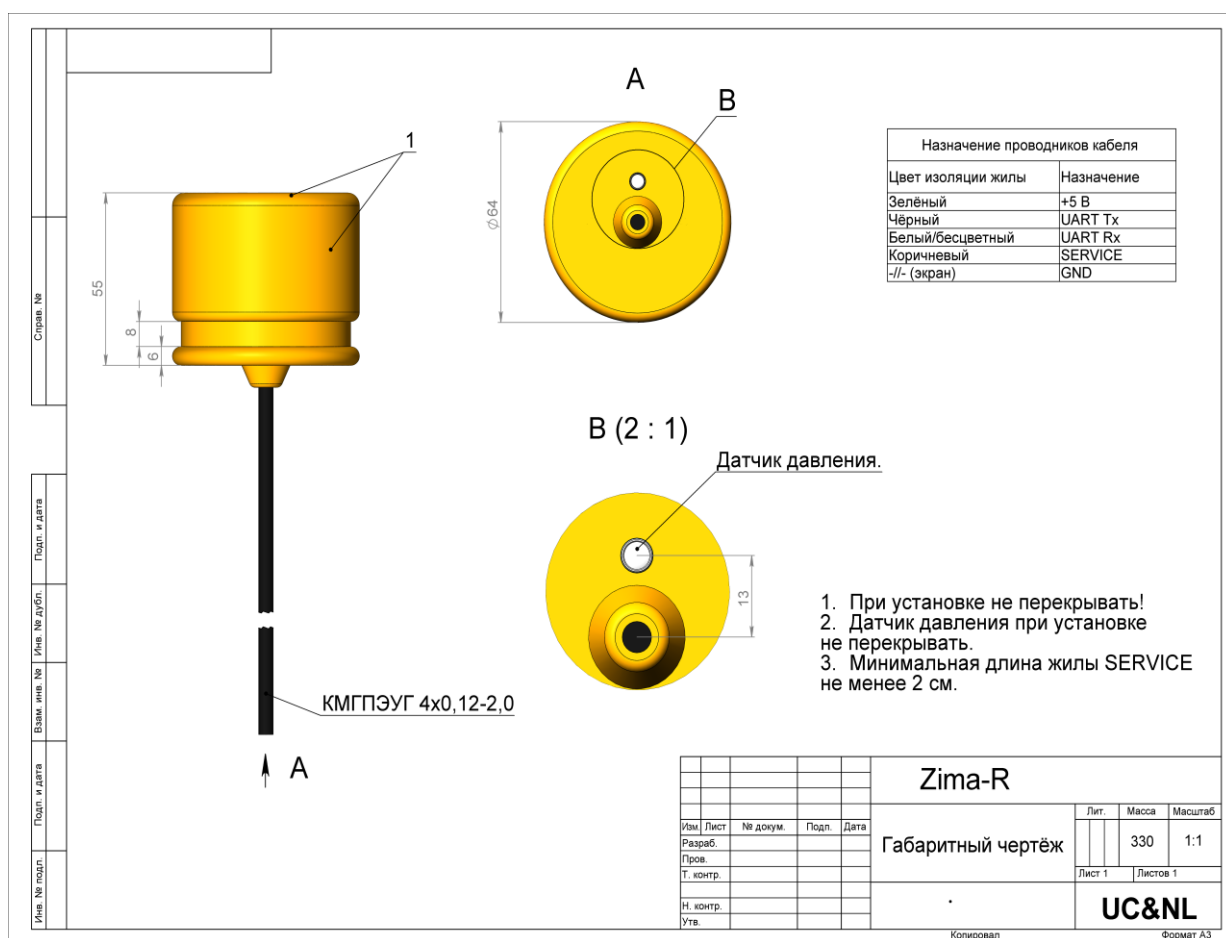


Рисунок 8 - Габаритный чертёж маяка-ответчика ZimaR

1.2.4. Работа с устройством (интегрируемое исполнение)

При энергетическом и информационном сопряжении с носителем, маяк передает на носитель дистанцию до базовой станции и азимут на маяк (только при подключенном к базовой станции магнитном компасе). Кроме того, в этом случае базовая станция может передать до 28 кодовых команд, о чем маяк-ответчик оповещает носитель в соответствии с протоколом сопряжения (см. документ "Zima Протокол информационного сопряжения").

1.2.5. Хранение и обслуживание

Маяк-ответчик не требует каких-либо специальных процедур обслуживания, за исключением опреснения и промывки в проточной пресной воде, после использования в соленой и/или загрязненной воде.

Не допускается применение каких-либо смазочных материалов или растворителей, агрессивных моющих средств и тп. при удалении загрязнений с маяка-ответчика и его кабеля.

В случае использования маяка в автономном исполнении предъявляются дополнительные требования и назначаются мероприятия по обслуживанию батарейного блока и канистры. В частности:

- не допускается длительное (более суток) хранение батарейного блока в подключенном к маяку состоянии;
- не рекомендуется длительное хранение батарейного блока без плановой подзарядки (1 раз в месяц);
- уплотнительные кольца и резьба батарейной канистры при наличии загрязнений должны очищаться при помощи воды, мягкой кисти и мыльного раствора с последующей промывкой в проточной пресной воде и смазкой уплотнительных колец силиконовой смазкой;
- хранение канистры производится с закрытой крышкой;
- при использовании устройства в соленой и/или загрязненной воде по окончании работ требуется произвести его опреснение в проточной пресной воде.

2. Эффективное применение навигационной системы Zima

Система Zima является гидроакустической ультракороткобазисной системой, которая определяет относительное местоположение маяков-ответчиков по времени распространения акустического сигнала в воде и углу прихода ответного сигнала маяков-ответчиков. В связи с этим, эффективное ее применение основывается на соблюдении следующих условий:

- обеспечение стабильного положения базовой станции связи и пеленгования во время работы; Данное условие обеспечивается надежным закреплением базовой станции на вертикальной штанге, с учетом направления нуля антенны пеленгования. Угловые отклонения вертикальной оси станции от вертикали а также отклонения и колебания ее нуля негативно сказываются на точности определения угла прихода ответного сигнала;

- обеспечение прямой видимости между антенной базовой станции и маяком-ответчиком. Поскольку дистанция до маяка-ответчика определяется по времени распространения гидроакустического сигнала в воде, то любые препятствия на пути прохождения сигнала сильно искажают измеряемое время распространения, а следовательно и определяемую дистанцию до маяка-ответчика; к препятствиям можно отнести как естественные, связанные с рельефом дна и/или береговым профилем, так и искусственные - пирсы, причальные стенки, суда с глубокой осадкой, опоры мостов и иные технические сооружения.

- рабочие поверхности должны быть свободны от различных загрязнений (ил, грязь, водоросли и т. п.);

Ввиду специфики распространения звуковых колебаний в водной среде базовую станцию не следует располагать на глубине, меньшей, чем 2 - 3 метра.

Антенная решетка базовой станции предназначена для определения горизонтального угла прихода сигнала маяков-ответчиков, поэтому стоит помнить, что при таком взаимном расположении антенны и маяка-ответчика, когда они находятся практически на одной вертикальной оси, точность определения местоположения ответчика будет минимальной. Хорошим взаимным расположением антенны и маяка-ответчика считается такое, при котором проекция наклонной дальности на водную поверхность значительно превышает проекцию ее на вертикальную ось.