

**Система обнаружения подводных пловцов**

**Инструкция по эксплуатации**  
**№ ТК-0716/20И**



**Модели: СОП П-300К и СОПП-600К**

## 1. Указания по технике безопасности

Когда Вы откроете упаковку:

1. Убедитесь в том, что упаковка и её содержимое не повреждены. В случае наличия повреждений немедленно обратитесь к продавцу.
2. Убедитесь в полноте комплекта поставки.
3. Запрещается использовать оборудование в случае отсутствия каких-либо частей, а также наличия повреждений оборудования.

### **[Примечания]**

1. Информация, содержащаяся в инструкции, может быть изменена без предварительного уведомления в случае обновления оборудования.
2. Информация в инструкции может отличаться от фактического оборудования в некоторых случаях, таких как, например, спец. исполнение оборудования и пр.

## Оглавление

<b>1. Указания по технике безопасности .....</b>	<b>2</b>
<b>2. О Продукте .....</b>	<b>4</b>
2.1 Назначение .....	4
2.2 Состав и принцип работы .....	4
2.3 Технические характеристики .....	6
<b>3. Размеры и схемы .....</b>	<b>9</b>
3.1 Габаритный чертёж .....	9
3.2 Типовая схема подключения .....	10
<b>4. Монтаж и подготовка СОПП к использованию .....</b>	<b>12</b>
4.1 Общие положения и ограничения .....	12
4.2 Подготовка СОПП к использованию .....	13
4.3 Монтаж .....	14
4.4 Ограничения при эксплуатации .....	15
4.5 Настройка ПО «Посейдон» .....	22
<b>5. Запуск, остановка и демонтаж .....</b>	<b>24</b>
5.1 Запуск .....	24
5.2 Остановка работы СОПП .....	25
5.3 Демонтаж СОПП .....	25
5.4 Консервация .....	25
5.5 Хранение .....	26
5.6 Транспортирование .....	26
<b>6. Техническое обслуживание .....</b>	<b>28</b>
6.1 Общие указания .....	28
6.2 Ремонт .....	28
<b>7. Дополнительная информация .....</b>	<b>29</b>
7.1 Версии инструкции и ревизии оборудования .....	29
7.2 Комплект поставки .....	29
7.3 Гарантийные обязательства .....	29

## 2. О Продукте

Для безопасной работы системы обнаружения подводных пловцов (далее – СОПП) необходимо соблюдать следующие ниже указания:

- Перед установкой системы, пожалуйста, внимательно прочтите эту инструкцию и следуйте её указаниям;
- Пожалуйста, сохраните инструкцию для использования в будущем;
- Монтаж и пуско-наладка системы должны выполняться только квалифицированными специалистами с учётом выполнения национального законодательства и всех необходимых мер предосторожности;
- Перед включением системы, пожалуйста, убедитесь в правильности выбранного входящего напряжения;
- Закрепите все кабеля во избежание их повреждения в процессе эксплуатации;
- Не используйте СОПП вне пределов допустимых значений окружающей среды. Данные об окружающей среде указаны в п. [2.3 Технические характеристики](#);
- При транспортировке, хранении, монтаже, пуско-наладке и эксплуатации системы необходимо избегать вибрации выше специфицированной, а также всяческие удары более 1G;
- В целях предотвращения поражения электрическим током не откручивайте винты и не снимайте внешние крышки системы, не ремонтируйте самостоятельно внутренние части системы и не прикасайтесь к оголённым проводам;
- Кабеля должны находиться не ближе минимального разрешённого ГОСТами, РД и пр. нормативными документами расстояния друг от друга. Удлинение кабелей допускается только на заводе-изготовителе или после письменного согласования с ним;
- СОПП поставляется в комплекте с АРМ оператора. Специализированная комплектация поставляется по запросу.

### 2.1 Назначение

---

СОПП является гидроакустической системой обнаружения и предназначена для применения при решении различных задач, связанных с активным наблюдением за подводными объектами на малых и средних дальностях.

СОПП способен обнаруживать:

- Подводных пловцов без и в специальном снаряжении, включая закрытые и открытые типы аквалангов;
- Подводных пловцов на индивидуальных средствах передвижения;
- Подводные беспилотные средства.

### 2.2 Состав и принцип работы

---

В базовый состав СОПП входит следующее основное оборудование:

1. Гидроакустическое устройство (ГУ) с системой подводного крепления;
2. Многожильный комбинированный кабель (100 м);
3. АРМ оператора с предустановленным ПО «Посейдон».

Для полноценного развёртывания системы в месте установки требуется обеспечить:

1. Подключение системы к питанию 220В (гидроакустическая часть СОПП и АРМ);

2. Подключение к сети Ethernet с пропускной способностью не менее 500 Мбит/сек (~62 Мб/сек) и наличием DHCP сервера.

**[Примечание]** Необходимо дополнительное оборудование и прокладка кабельной продукции в месте установки согласно разделу 4. **Монтаж и подготовка СОПП к использованию.**

СОПП является активной гидролокационной системой. В общем случае работа системы осуществляется следующим образом:

- Гидроакустическое устройство формирует и излучает в контролируемую зону водной среды импульсные зондирующие гидроакустические сигналы. После отражения от препятствия акустический сигнал улавливается антеннами СОПП.
- Принятые сигналы обрабатываются по специальным алгоритмам, обеспечивающим обнаружение отражённых сигналов от движущихся подводных целей, на фоне шумовых помех и реверберационных помех, вызванных отражениями акустической энергии от водной и донной поверхностей.
- Устройством, управляющим работой СОПП и обеспечивающим обработку принимаемой из водной среды информации, является АРМ с ПО «Посейдон».

СОПП серии К («канальная») является стационарным неглубоководным решением, созданным специально для работы в каналах и узких форматорах с небольшой глубиной.

Специфическая расстановка и работа антенн позволяют реализовать пространственную обработку сигнала во взаимно перпендикулярных плоскостях и работать вдоль дна резко снизив реверберационную составляющую от него.

Система требует монтажа и выравнивания на морском дне с применением водолаза, а также последующей регулировки по высоте по результатам первого пуска.



Рис. 2.2.1– Общий вид СОПП серии К

## 2.3 Технические характеристики

**Таблица 2.3.1- Технические характеристики гидроакустического устройства**

Технические характеристики гидроакустического устройства:		
Модель:	СОПП-300К	СОПП-600К
Сектор обзора по вертикали (СЧ/НЧ):	12/45°	
Сектор обзора по горизонтали:	12/45°	
Тип антенн:	НЧ и СЧ сонары	
Частотный диапазон:	Переключаемый (50/200 кГц)	
Скорость сканирования:	1 Гц (1 раза в секунду, регулируемая)	до 1 Гц (до 1 раза в секунду, регулируемая)
Габаритные размеры (Д x Ш x В):	590 мм x 410 x 1160 мм	
Диапазон рабочих температур:	+0°С до + 55°С	
Глубина погружения:	до 50 м	
Максимальная скорость течения:	до 6 м/с	
Минимальная рабочая глубина:	от 2 м	
Класс защиты:	IP 68	
Потребляемая мощность:	до 100 Вт	до 150 Вт
Вес в сборе:	До 40 кг	
Интерфейс:	TRC/IP	
Оптика:	Да	
Тип кабеля:	Комбинированный кабель (1 оптика, 2 кабеля питания, 1 витая пара)	
Входное напряжение:	220 В +/- 20%	
Расстояния обнаружения <sup>1</sup> :		
Дельфин (2,6 м x 0,8 м):	360 м	720 м
Человек (1,75 x 0,5 м):	300 м	600 м
Дрон/подводный БПА (0,5 x 0,2 м):	230 м	460 м

<sup>1</sup> Расстояние обнаружения указано в идеальных условиях и без учёта слепых зон;

Ежесекундная площадь обнаружения (комплект на 180°) <sup>2</sup> :		
Дельфин (2,6 м x 0,8 м):	~ 203 575 м <sup>2</sup>	~ 814 300 м <sup>2</sup>
Человек (1,75 x 0,6 м):	~ 141 371 м <sup>2</sup>	~ 565 486 м <sup>2</sup>
Дрон/подводный БПА (0,5 x 0,2 м):	~ 83 095 м <sup>2</sup>	~ 332 380 м <sup>2</sup>
Наработка на отказ/ срок восстановления:		
Наработка на отказ:	50 000 часов <sup>3</sup>	
Тип ремонта:	восстановительный/покомпонентная замена	

**Таблица 2.3.2- Технические характеристики ПО и АРМ:**

<b>Функционал ПО «Посейдон» и АРМ:</b>		
Операционная система:	Windows 7 и выше	
Максимальное количество АРМов:	2	5
Фильтры	Встроенная система фильтров отсеечения ложных целей, настраиваемая фильтрация целей по размеру, скорости и поведению	
Ведение целей	Да	
Получение информации о цели	Да (координаты, расстояние, скорость, время прибытия к охраняемому объекту и пр.)	
Классификация целей по нейронной сети	Нет	Нет
Отображение "акустического спектра" цели	Нет	Да
Тип АРМ	На базе ПК/ноутбука	
Интеграция с системой нелетальной подводной защиты	Нет	На стадии разработки
Интеграция с прочими внешними системами:	Да	
Погрешность определения координат целей:	<2%	
Формирование и передача тревог по сети	Да	
Входное напряжение:	220 В +/- 20%	
Архивация событий:	Да	
Отображение информации на карте объекта:	Да (карта загружается пользователем)	
Диагностика оборудования:	Да (напряжение, потребляемая мощность, проверка работоспособности каждой антенны, блоков и пр.)	
Разграничение доступа пользователей:	Да (многопользовательский, гибко настраиваемый вариант)	
Создание тревожных зон:	Да (путём указания координат или точек на карте)	

<sup>2</sup> Площадь указана в идеальных условиях и без учёта возможных слепых зон;

<sup>3</sup> При соблюдении условий эксплуатации и порядка прохождения ТО.

**[Примечание]** Технические данные могут быть изменены без предварительного уведомления.



### 3. Размеры и схемы

#### 3.1 Габаритный чертёж

Ниже представлены габаритные чертежи гидроакустического устройства модуля с якорным устройством (тренога), а также транспортировочный кейс в сборе.

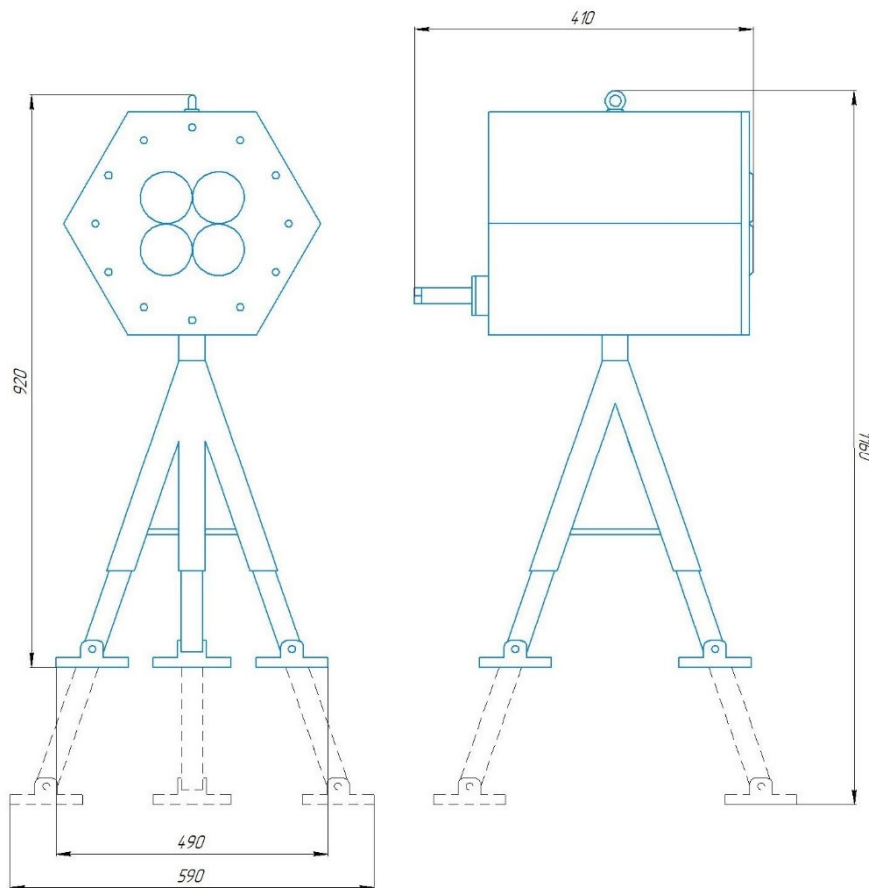


Рис. 3.1.1 – Габаритный чертёж СОПП серии К

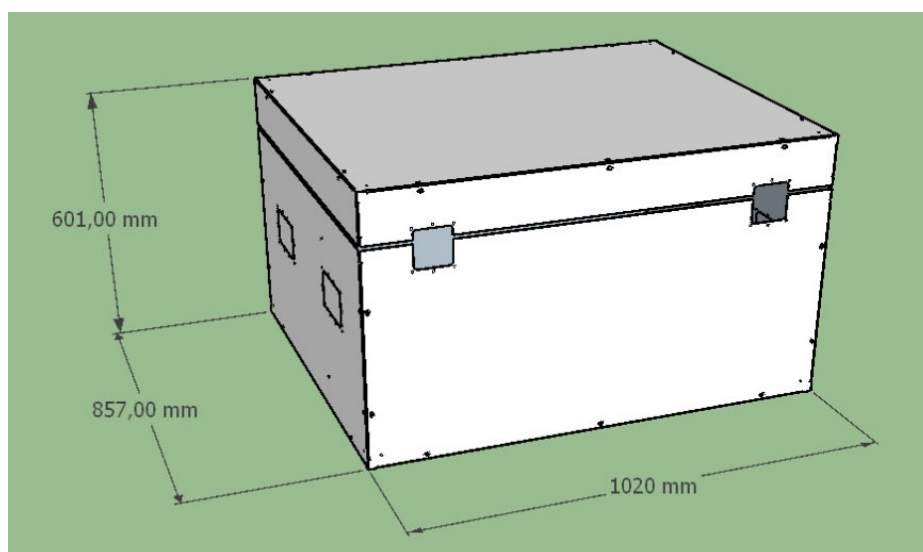


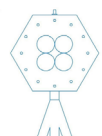
Рис. 3.1.2 – Габаритный чертёж транспортировочного кейса СОПП серии К

### 3.2 Типовая схема подключения

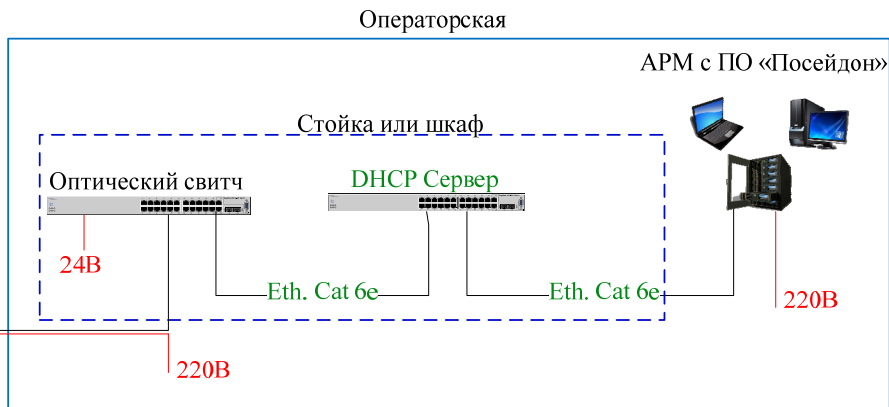
Подводная часть

Надводная часть

СОПП серии К



Комбинированный кабель  
(оптика, управление, питание),  
100 м на бухте



Примечания:

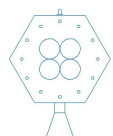
1. Пропускная способность DHCP Сервера должна быть не менее 500 Мбит/сек
2. Сетевая инфраструктура требует интеграции по месту установки и не входит в комплект поставки
3. Оборудование, обозначенное **зеленым** цветом, в комплект поставки не входит и требует подбор по месту

Рис. 3.2.1 – Типовая схема подключения с применением оптического кабеля

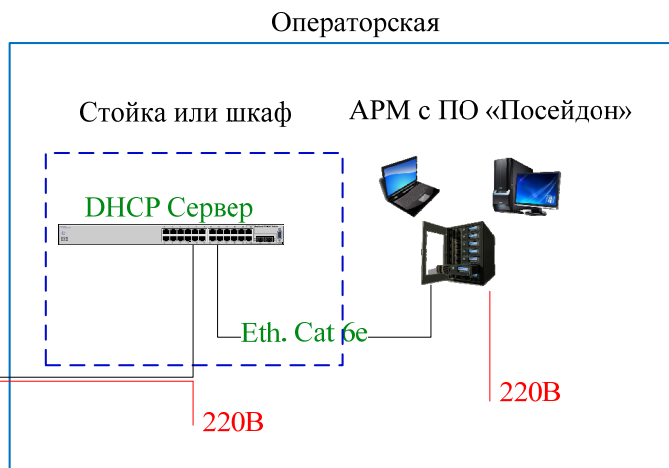
Подводная часть

Надводная часть

СОПП серии К



Комбинированный кабель  
(Ethernet, питание),  
100 м на бухте



Примечания:

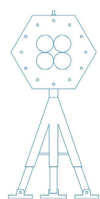
1. Пропускная способность DHCP Сервера должна быть не менее 500 Мбит/сек
2. Сетевая инфраструктура требует интеграции по месту установки и не входит в комплект поставки
3. Оборудование, обозначенное **зеленым** цветом, в комплект поставки не входит и требует подбор по месту

Рис. 3.2.2 – Типовая схема подключения с применением Ethernet (для отдельных комплектация)

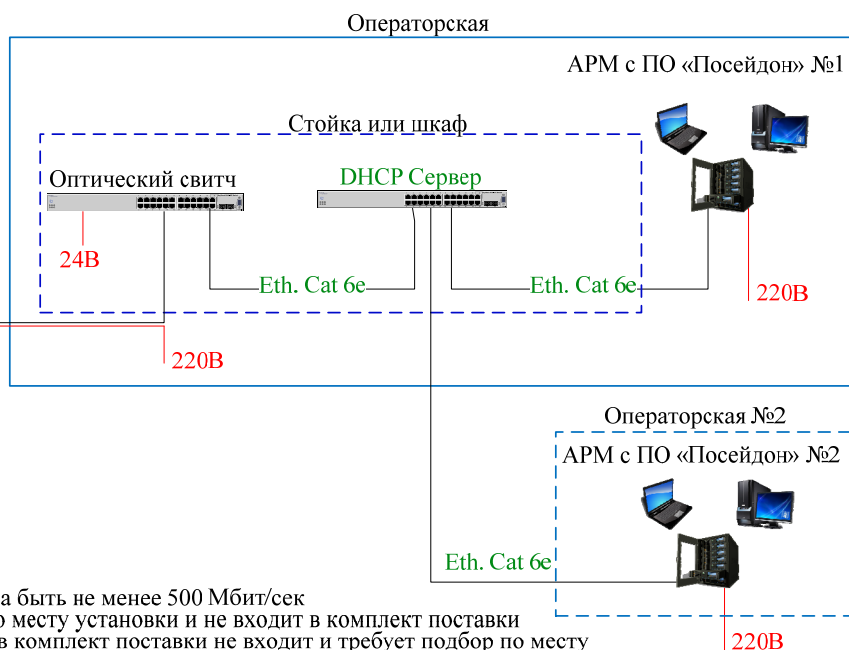
Подводная часть

Надводная часть

СОПП серии К



Комбинированный кабель  
(оптика, управление, питание),  
100 м на бухте



Примечания:

1. Пропускная способность DHCP Сервера должна быть не менее 500 Мбит/сек
2. Сетевая инфраструктура требует интеграции по месту установки и не входит в комплект поставки
3. Оборудование, обозначенное **зеленым** цветом, в комплект поставки не входит и требует подбор по месту

Рис. 3.2.3 – Типовая схема подключения с применением нескольких АРМ

## 4. Монтаж и подготовка СОПП к использованию

### 4.1 Общие положения и ограничения

Каждая акватория имеет свои особенности, поэтому перед установкой СОПП необходимо провести обследования предполагаемых мест установки. Обследование должно проводиться квалифицированными специалистами, имеющие соответствующие навыки, оборудование, разбирающихся в принципах работы гидроакустических устройств и ознакомлены с требованиями к окружающей среде системы СОПП.

СОПП и его составные части имеют различные ограничения (температура окружающей среды, скорость течения, глубина погружения и пр.) которые должны быть учтены на всех этапах работы системой. Требования к окружающей среде представлены в таблице 2.3.1 выше. По всем неоговорённым требованиям, в части стойкости и прочности к воздействию механических и климатических факторов гидроакустическая аппаратура СОПП соответствует требованиям ГОСТ РВ 20.39.304-98 для группы исполнения 2.7.

Установка и монтаж СОПП на объекте эксплуатации осуществляется в соответствии с проектом размещения, разработанным организацией-проектантом.

Монтаж и пуско-наладку СОПП должны проводить специалисты предприятия-изготовителя или специалисты, прошедшие специальную подготовку на предприятии-изготовителе и имеющую соответствующие навыки и оборудование.

#### 1. Требования к району эксплуатации СОПП

- в районе установки СОПП рельеф дна должен быть, по возможности, ровным или иметь ровный уклон в направлении, с которого наиболее вероятен подход подводных пловцов, на возможных путях их проникновения к охраняемым объектам;
- в зоне действия СОПП следует избегать места с объектами сильного помехового отражения: банки, каменные россыпи, подводные скалы, отвесные скалистые берега и разного рода гидротехнические сооружения (пирсы, причальные стенки, эстакады)
- поскольку система излучает и принимает сигнал в прямой акустической видимости, она не способна видеть за объекты, загораживающие прямой акустический обзор, такие как скалы, банки и пр.
- турбулентное течение, вихри, кавитация, парад температуры, солёности, плотности воды и прочие неравномерности потока и водной среды, мешающие прохождению акустического сигнала, должны отсутствовать в месте установки.

#### 2. Требования к месту установки подводной части СОПП (ГУ):

- глубины места от 2 м до 50 м;
- ровная площадка дна 2 x 2 м, с наклоном не более 15°;
- грунт в точках постановки должен быть плотный (песок, илистый песок, плотный ил), обеспечивающий надёжное сцепление и устойчивое положение ГУ без последующего просачивания (смены угла обзора);
- на удалении не менее 40 м от ГУ не должно быть объектов, размер которых превышает более 0,5 м (крупных камней, валунов, затонувших деревьев и пр.) затеняющих зону обнаружения ГУ;
- скорость течения - не более 2 узлов;

- уровень приведённых акустических шумовых помех на частоте 1 кГц в полосе 1 Гц не более 0,01 Па;
- гидрологические условия - не ограничивающие дальность обнаружения (акустического обзора) в зоне действия ГУ;
- температура воды от 0 до 40°.

### 3. Требования к размещению АРМ ПО «Посейдон» и надводной аппаратуры СОПП

- надводная аппаратура СОПП и АРМ ПО «Посейдон» должны размещаться в помещении площадью не менее 2 м<sup>2</sup>.
- в помещении должны обеспечиваться следующие условия:
  - температуры воздуха в пределах от +5 до +40 °С;
  - относительная влажность воздуха в пределах 60+/- 15%;
  - содержание пыли в воздухе не более 1 мг/м<sup>3</sup>;
  - освещение не менее 150 лк на высоте 1 м от уровня пола;
  - помещение должно быть оборудовано системой заземления и рабочим столом площадью не менее 1,5 м<sup>2</sup> для размещения ноутбука (при наличии) и серверной стойкой (в случае использования сервера);
  - в помещении поста наблюдения должны быть предусмотрены места для кабельных вводов силового кабеля однофазной электрической сети напряжением 220В и магистрального акустического кабеля, обеспечивающего информационную и электрическую связь между подводной частью СОПП и АРМ ПО «Посейдон».
- система электропитания должна обеспечивать непрерывное гарантированное энергоснабжение СОПП.
- Электропитание от 220В должно быть обеспечено чистой синусоидой для снижения наводок на систему.

## 4.2 Подготовка СОПП к использованию

К эксплуатации СОПП допускается обслуживающий персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности при выполнении работ с электроустановками в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации установок потребителей» и «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей».

При подготовке к работе контакты «Заземление» всех составляющих частей СОПП должны быть присоединены к шине защитного заземления.

Все подсоединения и отсоединения кабелей должны производиться только при отключённом электропитании СОПП.

Неиспользованные (неподключенные) внешние разъёмы должны быть закрыты защитными крышками или полиэтиленовыми чехлами в случае, если такие чехлы и крышки предусмотрены.

Включение СОПП к электросети должно осуществляться только в собранном виде в единую систему, а также при опущенном в воду гидроакустическом устройстве.

**[Внимание]** Включение гидроакустического устройства при их расположении в воздушной среде не допускается! Это может привести к выходу из строя антенн и нанесению увечий расположенному рядом персоналу и имуществу.

По способу защиты человека от поражения электрическим током СОПП относится к классу I0 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Для обеспечения пожарной безопасности при монтаже, эксплуатации и техническом обслуживании СОПП необходимо соблюдать требования инструкций по противопожарной безопасности, действующих на объекте установки.

Запрещается помещать вблизи СОПП мощные электродвигатели, устройства с магнитами и обогревательные приборы, любые электрические устройства с излучением магнитного поля кратным частоте 50кГц более 0,01Па, а также ограничивать доступ воздуха к АРМ ПО «Посейдон» и его составляющим.

### 4.3 Монтаж

Порядок действий монтажного персонала при установке СОПП:

1. Размещение и монтаж аппаратуры АРМ (сервер/компьютер/ноутбук, монитор, клавиатура, мышь) на предусмотренном для этого месте;
2. Спуск ГУ СОПП на грунт осуществляется в следующей последовательности:
  - Эхолотом промерить место установки и определить текущую глубину;
  - СОПП цепляется краном с грузоподъемностью не менее 150 кг за предусмотренную в верхней части ГУ проушину;

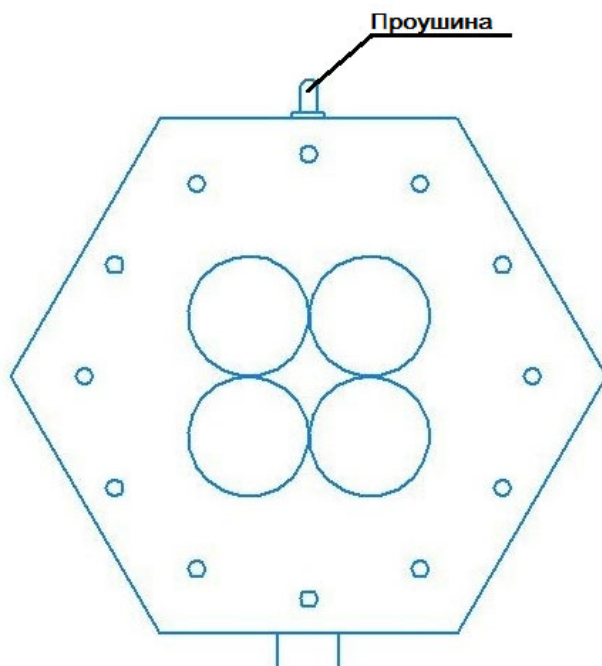


Рис. 4.3.1 Проушина для крепления крюка

- СОПП вывешивается и опускается на дно;

- Максимальная скорость спуска СОПП к грунту- 0,2 м/с, а за 2 м до предполагаемого дна- 0,05 м/с;
3. Установка и крепление антенн СОПП на выбранную позицию:
- Гидроакустическая система СОПП представляет собой донную конструкцию, которая опускается на дно в нужном месте краном, а затем выравнивается и направляется в необходимом направлении обнаружения;
  - Выравнивание системы на грунте происходит с помощью водолаза путём установки необходимой длины ног. Для этого следует открутить барашек на каждой ноге и вытянуть/задвинуть ногу до необходимого уровня.
  - СОПП должны быть установлена таким образом, чтобы антенны смотрели в нужном направлении и их излучение не захватывало (или захватывало как можно меньше) дно и волны;
  - По завершению юстировки необходимо заякорить каждую ногу не менее чем 3 якорями/анкерами к грунту. Если грунт в месте установки недостаточно твёрдый, то рекомендуется рассмотреть возможность установки СОПП на бетонную плиту и производить анкерение к ней.
4. Прокладка, крепление и защита магистрального кабеля связи по намеченной трассе от антенн СОПП до АРМ ПО «Посейдон»;
5. Подключение всех необходимых разъёмов (сеть, питание);
6. Включение и настройка всей системы через ПО «Посейдон» (см. «Руководство по установке и эксплуатации программного обеспечения (ПО) «Посейдон» № ТК-0322/20И).

**[Внимание]**

1. СОПП серии К для борьбы с реверберацией имеет конструктивное (4 антенны) и необходимое математическое обеспечение. Однако, принцип работы станции не позволяет выявлять цели, в случае если их отражении меньше, чем 1,4 раза чем реверберации.
2. Для корректной работы системы очень важен выбор месторасположения и правильное направление антенн в пространстве, а также правильные настройки ПО «Посейдон».

#### 4.4 Ограничения при эксплуатации

Работа СОПП построена на гидроакустическом методе обнаружения цели.

Данный метод имеет ряд преимуществ, а также недостатков, ограничивающих его работу в определённых условиях.

К ограничениям, помимо активного глушения станций следует отнести следующее:

##### **Реверберационные помехи**

Реверберационные помехи являются основным фактором, снижающим эффективность использования СОПП по назначению за счёт снижения отношения сигнал/помеха (дБ) ниже требуемого для надёжного обнаружения.

Источниками реверберационных помех является обратное отражение от поверхности воды и дна.

В рабочем диапазоне частот работы СОПП преобладают донные отражения, обусловленные сложным рельефом дна, наличием в контролируемой зоне локальных возвышений (банок), крупных



донных предметов и гидротехнических сооружений (дамбы, пирсы, причалы, эстакады), подъёма дна (рис. 4.4.1).

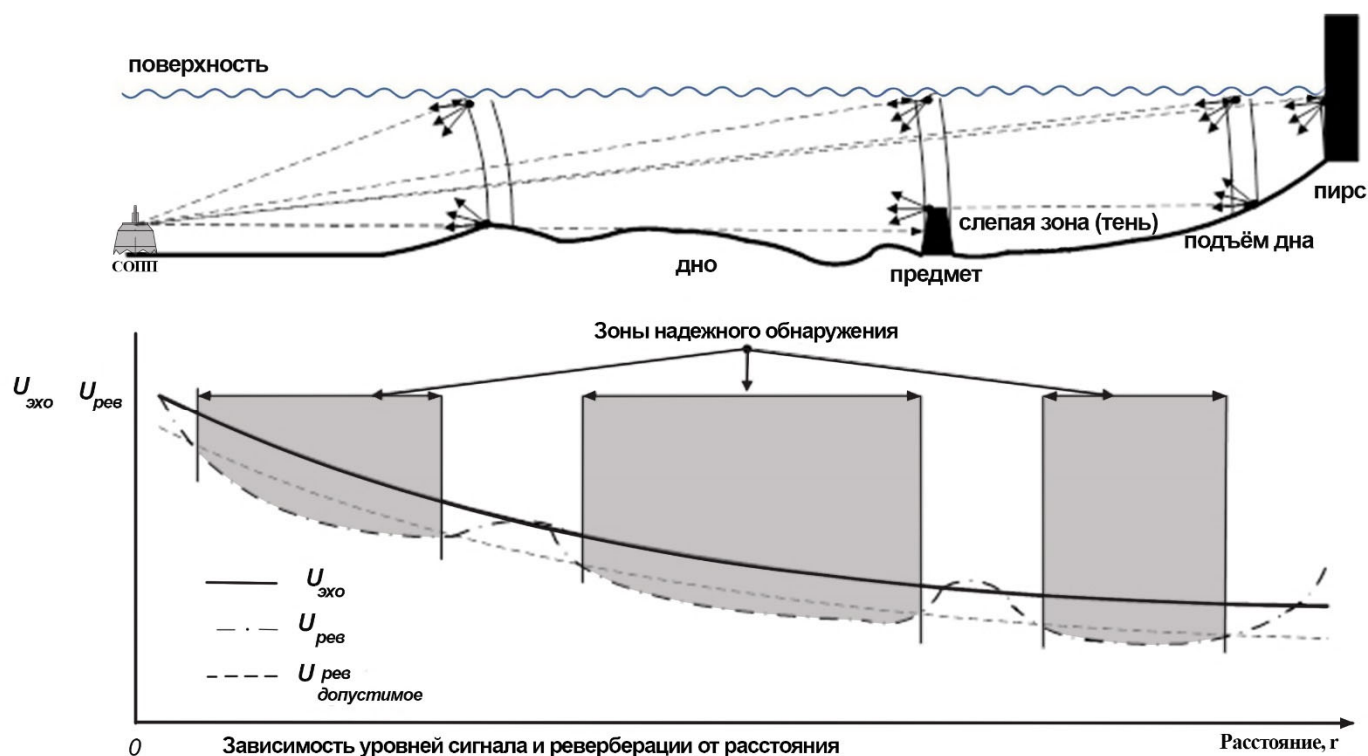


Рис. 4.4.1 - Источники реверберационных помех

В местах источников обратного отражения по шкале дальности уровень помех « $U_{рев}$ » превышает допустимый уровень « $U_{рев допустимое}$ » и становится близким или превышающим уровень эхосигнала от цели « $U_{эхо}$ », что приводит к необнаружению цели в этих местах или к потере её на уровне шумов. Аналогичный эффект наблюдается на мелководных участках акватории из-за водорослей, перекрывающих весь слой воды от дна до поверхности.

Снижение влияния этих факторов обеспечивается тщательным выбором места установки СОПП, особенно в районах с малыми глубинами (менее 5-10 м), а также нанесением на карту ПО «Посейдон» участков ненадёжного обнаружения.

Основные требования к выбору места установки станции на охраняемой акватории указаны в п. 4.1 выше, однако, дополнительно следует учесть нижеследующее:

- В контролируемой зоне станции по наиболее опасным направлениям действия нарушителей не должно быть отмелей, возвышенностей дна, крупных донных предметов, гидротехнических сооружений и пр.;
- Дно в районе действия станции должно быть по возможности плотным и ровным. Станция должна устанавливаться на возвышенности, либо на склоне дна в сторону дальности действия. Запрещается установка станции в яму;
- При штатной постановке на дно минимальная глубина установки станции должна быть не менее 7 м при условии волнения с высотой волны до 0,5 м и скорости течения до 3 м/с. При более жёстких условиях требуется дополнительное механическое крепление ко дну и более глубокое погружение станции;



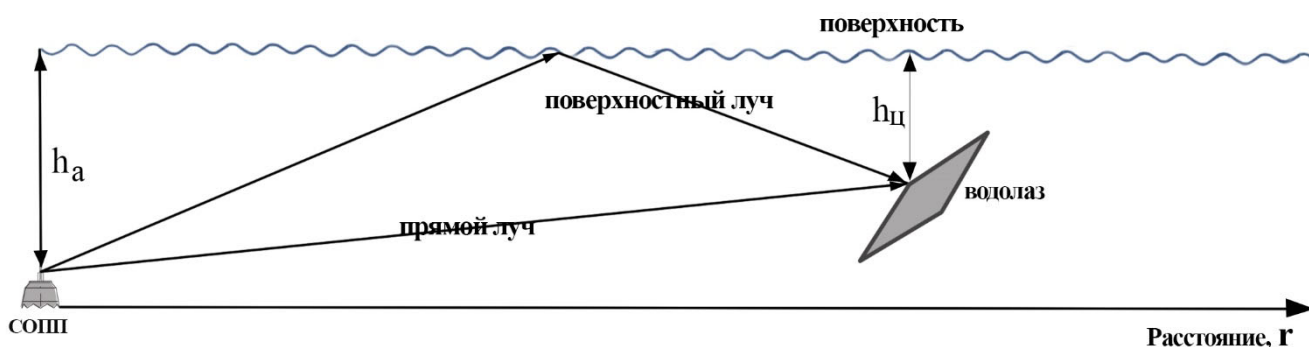
- Для выхода станции на максимальную дальность рекомендуется установить станцию на глубину от 15 м.

**Интерференционные явления распространения звука**

Интерференционные явления (наложение одного сигнала на другой) наиболее выражены на мелководье в районах с глубинами 5-10 м. Их действие проявляется в появлении участков слепых зон обнаружения по шкале дальности особенно при гладкой поверхности воды.

При волнении интерференция сменяется на реверберацию.

Причиной интерференции является то, что при излучении сигналов антенной, часть этих сигналов попадает прямо в цель, а часть доходят до неё как сигнал, отражённый от поверхности: (4.4.2).



$h_a$  - Глубина погружения антенны

Рис. 4.4.2 Схема интерференции звуковых лучей.

В следствие данного эффекта получается интерференционная картина, которая может как усиливать сигнал определенном месте, так и уменьшить его. По дальности обнаружения (до 950 м) будут наблюдаться минимумы и максимумы, как указано на рис 4.4.3.

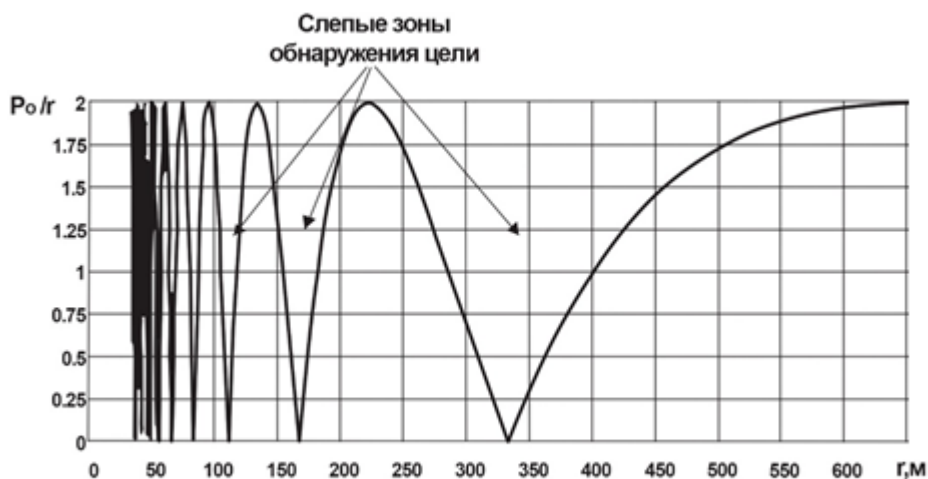


Рис. 4.4.3 – Зависимость относительного уровня звукового давления сигнала от расстояния  $r$  на горизонте  $h_ц=1,5$ м, для источника давления  $P_0$  при заглублении  $h_a=5$  м.

Неоднородность поля засветки контролируемой зоны по дистанции за счёт интерференции приводит к потере контакта с целью при её сопровождении.

Влияние фактора интерференции на эффективность станции зависит от степени волнения водной поверхности. По мере увеличения высоты волны коэффициент отражения звука от поверхности уменьшается и действие поверхностного луча снижается, величина сигнала в максимумах уменьшаются, а в минимумах увеличивается (нули заплывают).

При поверхностном волнении с высотой волны более 0,2 м этот фактор на эффективность работы станции практически не влияет.

**Рефракционные ограничения водной среды**

Рефракционные явления распространения звука приводят к сокращению (ограничению) дальности действия станции. Причиной рефракционных ограничений дальности является температурная неоднородность воды по её вертикальному разрезу, которая приводит к неоднородному вертикальному распределению скорости звука (ВРСЗ) с глубиной  $C(h)$ .

Из-за неоднородного распределения скорости звука с глубиной дальность действия СОПП в холодное и тёплое время может существенно отличаться. Худшими гидролого-акустическими условиями являются условия, когда скорость звука (температура воды) с глубиной уменьшатся. Неоднородное ВРСЗ, обусловленное изменением температуры с глубиной, приводит к отклонению траектории звуковых лучей в вертикальной плоскости в сторону меньших значений  $C(h)$ .

В этом случае звуковые лучи заворачиваются ко дну, а достигнув дна претерпевают сильное обратное отражение, создавая реверберационную помеху (см. выше). После такого отражения дальнейшее распространение сигнала идёт со значительным ослаблением вплоть до его полного исчезновения (в зависимости от характеристик дна).

Влияние рефракции звука на дальность обнаружения цели показана на рис. 4.4.4.

Пунктиром на рис. 4.4.4 показаны лучи раствора характеристики направленности СОПП для случая однородного ВРСЗ.

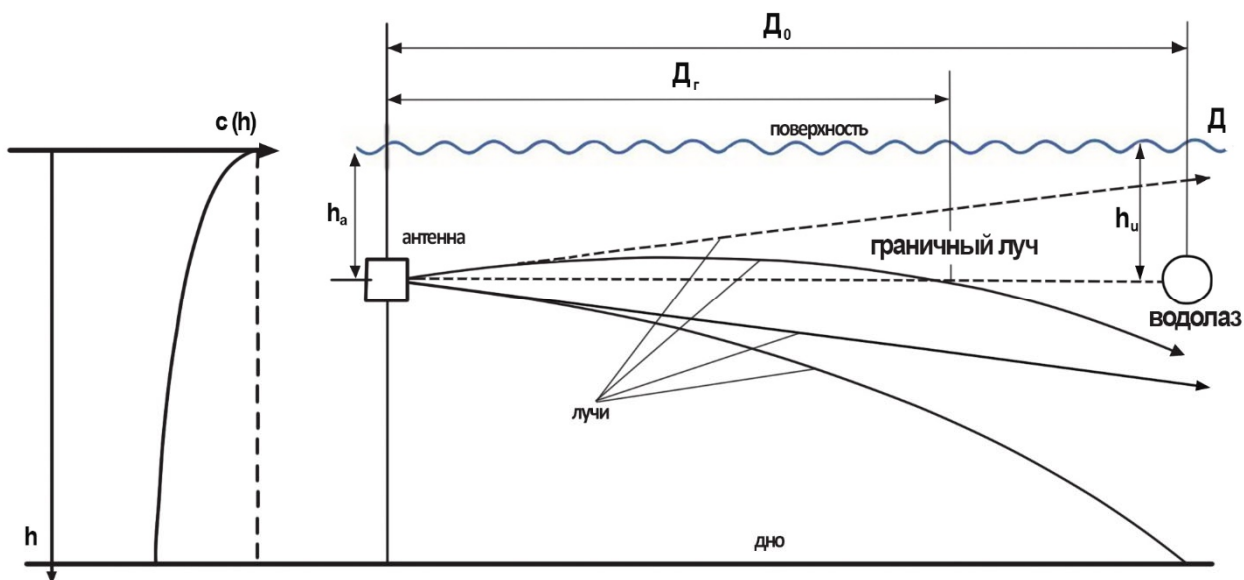


Рисунок 4.4.4- Рефракционное ограничение дальности обнаружения целей

При таких условиях энергетическая дальность обнаружения СОПП ( $D_0$ ), соответствующая неограничивающим условиям среды, ограничивается лучом полного внутреннего отражения (граничным лучом). В результате рефракции лучей геометрическая дальность действия СОПП  $D_r$

(дальность обнаружения) отличается, как правило, в меньшую сторону от энергетической дальности  $D_0$ , соответствующей однородным условиям ВРСЗ с постоянным распределением температуры воды.

Геометрическая дальность действия СОПП в условиях рефракции рассчитывается по формуле:

$$D_{\Gamma} = \sqrt{2C_0 l g_c} \times (\sqrt{h_a} + \sqrt{h_u})$$

где  $C_0$  - Скорость звука на глубине установки СОПП;

$g_c$  – градиент скорости звука ( $dC/dh$ );

$h_a$  и  $h_u$  – глубина заглубления СОПП и цели, отсчитываемая от поверхности.

Рефракционные ограничения как правило наблюдаются в летний период при прогреве верхних слоёв воды.

В мелководных районах с глубинами менее 5-10 м, особенно там, где есть течение, вода быстро прогревается и перемешивается, образуя постоянное распределение температуры по глубине и рефракционные ограничения сказываются редко.

#### **Вероятностные характеристики и дальности обнаружения целей для разных размеров целей**

Дальность действия СОПП определяется наибольшим расстоянием, на котором она выполняет свои тактические функции обнаружения при заданной вероятности правильного обнаружения  $P_o$  и вероятности ложных тревог  $P_{лт}$ .

Эти параметры являются основными тактическими характеристиками обнаружения, с учётом которых производится расчёт рабочей характеристики станции, определяющей значение отношения сигнал/помеха (ОСП) на входе приёмной системы  $\delta_{л}$ , необходимое для достижения заданной вероятности обнаружения при фиксированной вероятности ложной тревоги.

Рабочая характеристика обнаружения принимаемых станцией сигналов при условии – одна ложная тревога в месяц ( $P_{лт} \approx 10^{-6}$ ) и реализованных в ней первичной и вторичной обработки сигналов на СОПП приведена на рис. 4.4.5.

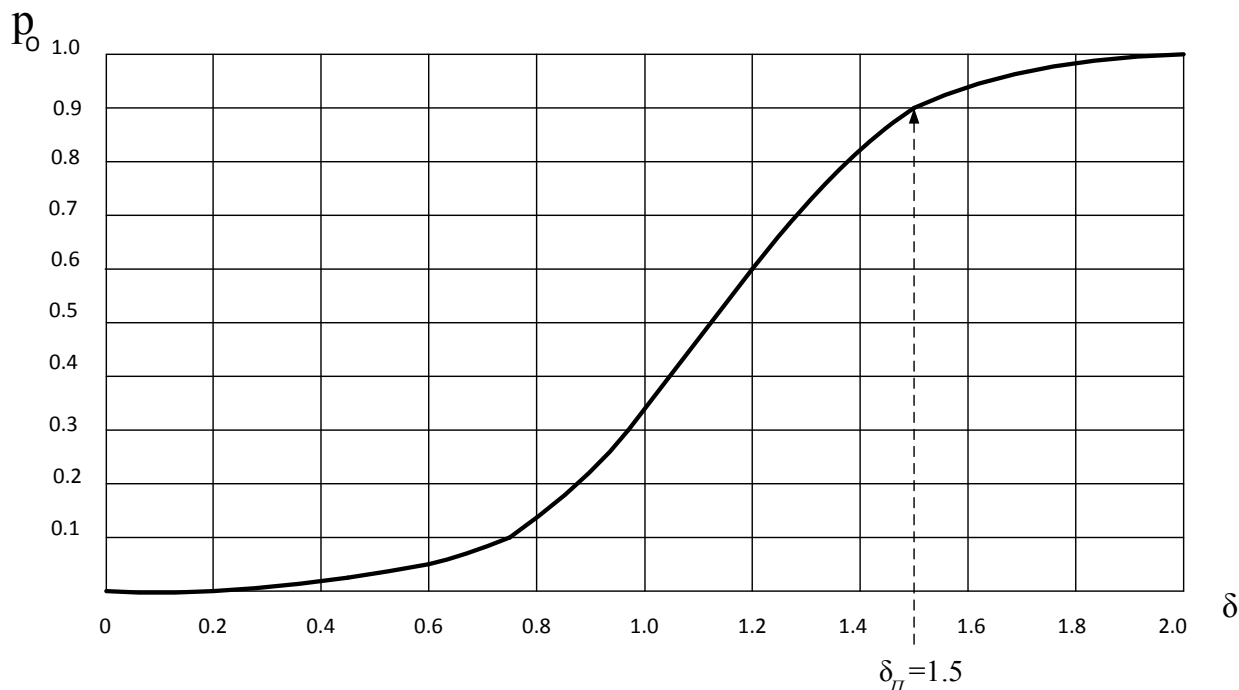


Рис. 4.4.5 - Рабочая характеристика обнаружения станции

Согласно графику, на рис. 4.4. 5 значение порогового ОСП СОПП составляет  $\delta_{\text{п}} = 1,5$ .

Принимаемые станцией сигналы с величиной ОСП  $\delta \geq \delta_{\text{п}} = 1,5$  обнаруживаются с вероятностью не менее 0,9, где величина 0,9 задаётся технически при проектировании системы.

С учётом порогового ОСП рассчитываются дальности обнаружения конкретных целей в заданных условиях. Расчётная дальность обнаружения станции определяется из уравнения гидролокации, характеризующего необходимое (пороговое) отношение сигнала/помеха (ОСП) на входе приёмного тракта, при котором пороговое устройство обнаруживает сигнал от цели с заданной вероятностью:

$$\delta = \frac{P_{\text{э}}}{P_{\text{п}}} = \frac{P_0}{P_{\text{п}}} \cdot \frac{R_{\text{э}} 10^{-0,1 \beta r_0}}{2 r_0^2} \geq \delta_{\text{п}} \quad (1)$$

где  $P_{\text{э}}$  — звуковое давление эхосигнала, Па;

$P_{\text{п}}$  — звуковое давление помехи в полосе приёмного такта, Па;

$P_0$  — звуковое давление сигнала, излучаемого на расстоянии 1 м от антенны, Па;

$R_{\text{э}}$  — отражательная способность цели;

$r_0$  — расчётная дальность действия СОПП, м;

$\beta$  — коэффициент затухания звука в воде, дБ/км.

Как следует из формулы выше, значение ОСП входного сигнала при прочих равных условиях ( $P_{\text{п}}$ ,  $P_0$ ,  $R_{\text{э}}$ ) может рассматриваться как функция дистанции до цели, т.е.

$$\delta(r) = \left( \frac{P_0}{2P_{\text{п}}} R_{\text{э}} \right) \frac{10^{-0,1 \beta r}}{r^2} \quad (2)$$

Для пресной воды при  $\beta=0$  это выражение упрощается:

$$\delta(r) = \left( \frac{P_o}{2P_n} R_3 \right) \frac{1}{r^2} \quad (3)$$

Это позволяет график рабочей характеристики обнаружения на рис. 4.4.5 представить в виде функции дистанции до цели  $P_o(r)$ :

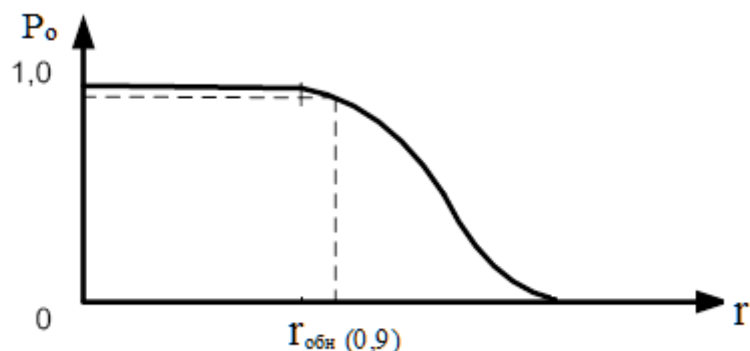


Рис. 4.4.6 – Вероятностная характеристика обнаружения от дистанции до цели.

Оценивая значение в формуле (3) ОСП  $\delta$  для других дальностей  $r$  больших или меньших дальности обнаружения  $r_o$ , соответствующей вероятности обнаружения  $P_o=0,9$  при  $\delta=\delta_n$ , по графику на рис. 4.4.5 можно определить вероятность обнаружения той же цели на этих дальностях.

По умолчанию, для всех СОПП вероятность обнаружения в 0,9 соответствует её максимальной рабочей дальности.

Используя выражение (3) и рабочую характеристику на рис. 4.4.5 также представляется возможность оценить дальность и вероятность обнаружения цели с другим отличающимся эквивалентным радиусом (размером цели).

Например, дальность обнаружения пловца с вероятностью  $P_o=0,9$  при  $\delta_n = 1,5$  со стороны головы ( $R_3=0,2$  м) составляет, например,  $r_o= 900$  м. Оценим дальность его обнаружения с теми же характеристиками на боковых аспектах.

На рис. 4.4.7 приведена экспериментально замеренная угловая диаграмма отражения пловца со снаряжением (дыхательным аппаратом замкнутого типа) в гидрокостюме.

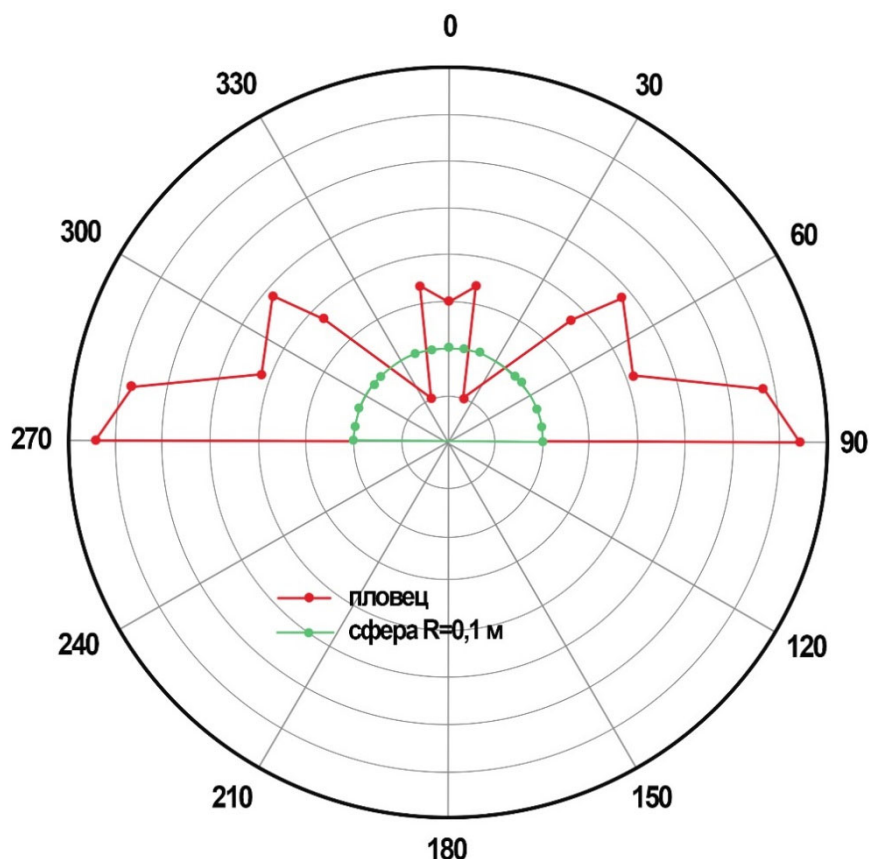


Рис. 4.4.7- Угловая диаграмма отражения подводного пловца

Как следует из диаграммы на рис. 4.4.7 на боковых углах облучения эквивалентный радиус отражения составляет порядка 0,4 м. Такое же значение  $R_{\Sigma}$  у пловца без гидрокостюма.

Для оценки дальности обнаружения пловца на боковых аспектах с теми же вероятностными характеристиками с учётом выражения (3) решаем следующее уравнение

$$\delta(r) = \left(\frac{P_o}{2P_{\Pi}}\right) \frac{R_{\Sigma \text{ нос}}}{r_{o \text{ нос}}^2} = \left(\frac{P_o}{2P_{\Pi}}\right) \frac{R_{\Sigma \text{ борт}}}{r_{o \text{ борт}}^2} = \delta_{\Pi} \quad \rightarrow \quad r_{o \text{ борт}} = r_{o \text{ нос}} \cdot \sqrt{\frac{R_{\Sigma \text{ борт}}}{R_{\Sigma \text{ нос}}}} \quad (4)$$

Откуда следует, что дальность обнаружения пловца на бортовом аспекте отражения в 1,4 раза превышает дальность обнаружения со стороны головы и составляет 1260 м.

Таким образом, зная основной технический параметр обнаружения станции - пороговое ОСП, иногда именуемое как коэффициент распознавания, можно прогнозировать основные тактические характеристики станции для обнаружения различных целей, включая беспилотные и пилотируемые подводные аппараты.

#### 4.5 Настройка ПО «Посейдон»

Настройка рабочих параметров СОПП направлена на адаптацию её рабочих характеристик к фактическим условиям района использования.

Детальная настройка СОПП через ПО «Посейдон» указана в «Руководстве по установке и эксплуатации программного обеспечения (ПО) «Посейдон» № ТК-0322/20И.

Рекомендуемые рабочие параметры предварительно установлены с завода с учётом следующих характеристик акватории:

1. Акватория имеет глубину 5 м;
2. Мощность излучения- 100% (неограниченная акватория);
3. Частота работы 200 кГц, угол излучения 12°.

**[Внимание]** Указанные выше параметры должны быть изменены с учётом конкретной акватории и требований по обнаружению.

В процессе работы СОПП рабочие параметры могут изменяться (корректироваться) в зависимости от изменения внешних условий в районе использования изделия.

При базовой настройке, установке (корректировке) подлежат следующие параметры:

- Длительность излучаемых зондирующих сигналов;
- Мощность излучаемых сигналов;
- Частота работы/ угол излучения.

#### **Длительность излучаемых зондирующих сигналов**

В СОПП используются следующие длительности излучаемых сигналов: 0,25 мс; 0,5 мс; 1 мс.

Минимальную длительность 0,25 мс рекомендуется устанавливать при эксплуатации СОПП в неблагоприятных условиях, характеризующихся, главным образом, повышенными уровнями реверберационных помех, обусловленных сложным рельефом дна, наличием в контролируемой зоне СОПП большого числа подводных отражающих объектов и преобладанием развитого поверхностного волнения (высота волны 0,3 м - 0,5 м).

При эксплуатации СОПП в более благоприятных условиях, необходимо использовать зондирующие сигналы большей продолжительности, а именно: 0,5 мс и 1,0 мс.

#### **Мощность излучаемых сигналов**

Дальность излучения определяется мощностью излучающей антенны, которая в свою очередь определяется подаваемым на её элементы напряжением- от 120 до 400В и частотой излучения совпадаем или отличной от резонанса элементов антенны.

Полная мощность излучаемых сигналов может быть установлена при работе на максимальной шкале дистанции (от 300-600 м в зависимости от модификации СОПП), и при эксплуатации СОПП в условиях повышенного уровня шумовых помех в акватории, обусловленных судоходством и работой различных механизмов в акватории и на берегу.

При благоприятной помеховой обстановке и при работе СОПП на меньших шкалах дистанции, возможно использование пониженных уровней мощности излучаемых сигналов.

#### **Частота работы/ угол излучения**

СОПП серии К имеет 2 рабочих частоты и соответствующий угол излучения для каждой частоты:

1. Частота 50 кГц и угол излучения 45°;
2. Частота 200 кГц и угол излучения 12°.

Переключение частот реализовано в ПО «Посейдон».

При выборе частоты и угла излучения необходимо руководствоваться следующим:

1. От частоты излучения напрямую зависит дальность обнаружения.

Максимальная дальность обнаружения будет на 50кГц.



2. От угла излучения будет зависеть перекрываемая площадь акватории и количество принимаемых помех от поверхности и дна.

Наибольшую площадь обзора мы получаем при угле  $45^\circ$ , однако, этот угол не применим для мелководья, в связи попаданием излучения в дно и поверхность непосредственно около станции.

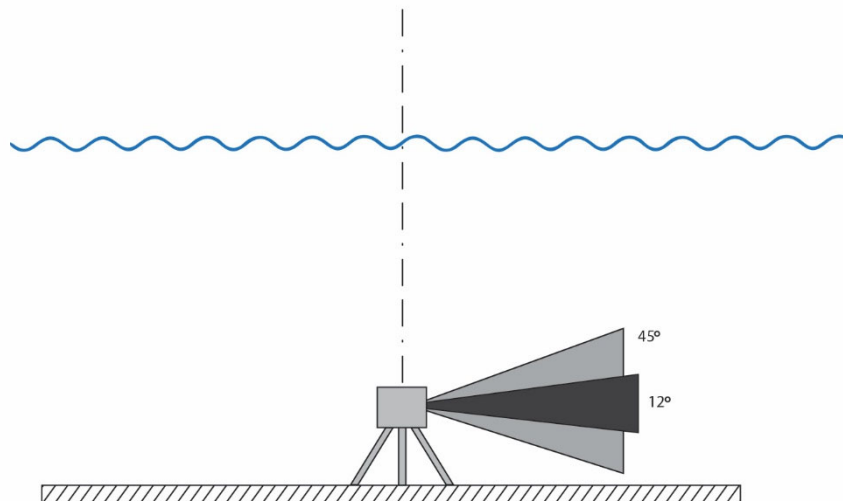


Рис. 4.5.1 Углы излучения СОПП-К

## 5. Запуск, остановка и демонтаж

### 5.1 Запуск

Перед запуском необходимо обеспечить подключение и монтаж согласно п. [4. Монтаж и подготовка изделия к использованию](#) выше.

После выполнения всех возложенных выше процедур подайте питание на СОПП и АРМ ПО «Посейдон» и включите систему.

Перевод СОПП в боевой режим производится в соответствии с «Руководством по установке и эксплуатации программного обеспечения (ПО) «Посейдон» № ТК-0322/20И по истечении 2 мин. после подачи питания на СОПП.

Программа переходит в режим адаптации к гидроакустическим условиям в районе постановки СОПП.

В рабочем режиме СОПП автоматически подстраивает параметры адаптации с каждым циклом в соответствии с изменяющимися условиями в водной среде.

На карте ПО «Посейдон» появляются отметки целей, которые по мере увеличения числа циклов излучения темнеют, что свидетельствует о процессе адаптации.

Время адаптации составляет до 1 мин.

Изменения параметров и настройка производится в соответствии с «Руководством по установке и эксплуатации программного обеспечения (ПО) «Посейдон» № ТК-0322/20И.



## 5.2 Остановка работы СОПП

Порядок остановки работы СОПП, следующий:

1. Остановите работу подводного модуля СОПП и обнаружение в ПО «Посейдон» согласно «Руководству по установке и эксплуатации программного обеспечения (ПО) «Посейдон» № ТК-0322/20И;
2. Выключите АРМ ПО «Посейдон» согласно инструкции завершения работ операционной системы;
3. Отключите электропитание всех систем и подсистем СОПП.

## 5.3 Демонтаж СОПП

Демонтаж СОПП, как правило, осуществляется периодически для:

1. Мобильного развёртывания – после выполнения задач по временному обнаружению;
2. Сезонного базирования- в случае замерзания/промерзания акватории;
3. Проведения технического обслуживания (см. «Порядок проведения технического обслуживания (ТО) систем обнаружения подводных пловцов» ТК-0924/19И).

Порядок демонтажа, следующий:

1. Выполните п. [5.2 Остановка работы СОПП](#);
2. Отключите АРМ и сетевые компоненты от электропитания и сети Ethernet/оптики;
3. Зацепите краном проушину для подъёма Гидроакустического устройства (ГУ);
4. Демонтируйте анкера/якоря в ногах ГУ;
5. Начинайте медленно поднимать ГУ со дна. Скорость подъёма должна быть не более 0,2 м/с.

### [Внимание]

1. Запрещается поднимать оборудование за комбинированный кабель;
2. Не допускать нагрузку на кабель более 2 Н;
3. Не допускать силовых и моментных нагрузок на антенны более 3 Н;
4. В случае, если кабель проложен и закреплён на дне, необходимо удалить крепление перед подъёмом ГУ;
5. Всегда обеспечивать минимальный диаметр изгиба комбинированного кабеля в 20 см.

6. Поднимите ГУ и дайте ей высохнуть или протрите сухой тряпкой;
7. Намотайте кабель на кабельную катушку и поместите СОПП, кабель и АРМ в транспортировочный кейс.

### [Внимание]

Степень защиты транспортировочного кейса- IP43. Не допускайте хранение оборудование в кейсе на открытом воздухе без водонепроницаемых защитных чехлов на оборудование, которое имеет защиту ниже IP65.

8. Переместите транспортировочный кейс в закрытое от неблагоприятных погодных условий и отапливаемое помещение.

## 5.4 Консервация

Консервацию СОПП проводят в соответствии с ГОСТ 9.014-78 к изделиям группы Ш-3.

Вариант временной противокоррозионной защиты ВЗ-10 с применением силикагеля - осушителя марки КСМГ по ГОСТ 3956 и силикагеля - индикатора по ГОСТ 8984.

Расход силикагеля для консервации СОПП в зависимости от условий и срока хранения, толщины чехлов устанавливаются в соответствии с приложением 6 ГОСТ 9.014-78 из расчёта 50 г на упаковку.

СОПП подлежит консервации следующим образом:

1. Все составляющие по отдельности уложить в полиэтиленовые мешки/чехлы, туда же поместить мешки с силикагелем, чехол заварить или плотно заклеить скотчем. Упакованные составляющие уложить в штатный транспортировочный кейс;
2. Кейс закрыть на защёлки и замотать липкой лентой в местах соприкосновения крышки и основания для предотвращения попадания влаги;
3. Кейс хранить согласно п. 5.5.

Консервация СОПП проводится при подготовке к транспортированию и хранению в межэксплуатационный период (простой более 4 недель).

Для расконсервации необходимо извлечь аппаратуру СОПП из кейса, снять чехлы, протереть сухой чистой ветошью корпуса и разъёмы аппаратуры.

Для приведения аппаратуры СОПП в состояние готовности к использованию по назначению необходимо выполнить мероприятия в соответствии с п. 4 настоящего руководства по эксплуатации.

## **5.5 Хранение**

СОПП и его компоненты должны храниться в складских помещениях с температурой от -15 до +50 градусов Цельсия и относительной влажности 60+/- 15% в кейсе при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей, летучих соединений серы и других агрессивных примесей.

Допускается хранение вне кейса при соблюдении условий выше.

## **5.6 Транспортирование**

### **Требования к транспортированию изделия и условиям, при которых оно должно осуществляться**

Транспортирование СОПП в упаковке изготовителя разрешается осуществлять в жёстких условиях по ГОСТ В 9.001-72, в том числе:

- автомобильным транспортом по дорогам с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием - свыше 1000 км; по дорогам с булыжным и грунтовым покрытием на расстояние свыше 250 км со скоростью до 40 км/час или на расстояние до 250 км с большей скоростью, которое допускает транспортное средство;
- железнодорожным транспортом в крытых вагонах;
- водным и авиационным транспортом, в герметичных отсеках, без ограничения расстояния.

Если при приёмке СОПП потребителем будут обнаружены последствия нарушений условий транспортирования или нарушения пломбирования транспортной тары, потребитель должен составить акт.

После транспортирования при отрицательных температурах СОПП должно быть выдержано перед проверкой не менее двенадцати часов в нормальных климатических условиях, а именно при

температуре окружающего воздуха от плюс 15°С до плюс 35°С, относительной влажности от 45 % до 80 % и атмосферном давлении от  $8,6 \cdot 10^4$  Па до  $10,6 \cdot 10^4$  Па (от 645 мм рт. ст. до 795 мм рт. ст.).

### **Способы крепления изделия для транспортирования**

Установка и крепление кейса с СОПП в транспортных средствах должны обеспечивать устойчивое положение кейса и отсутствие возможности его перемещения и соударений с другими предметами с другом при транспортировании.

При транспортировании на открытых площадках палуб речного и морского транспорта кейс должен быть накрыт брезентом или зачехлён. Электронное оборудование должно лежать в специальных водонепроницаемых мешках.

### **Порядок погрузки и выгрузки изделия и меры предосторожности**

При переносе, погрузке (разгрузке) кейса с аппаратурой СОПП к месту их распаковки и монтажа должны быть выполнены следующие требования:

- погрузка (разгрузка) кейсов должна производиться вручную (такелажниками);
- переноска и погрузка (разгрузка) кейса должна производиться осторожно, удары кейса о другие предметы и об основание транспортных средств не допускаются.

#### **[Внимание]**

1. Кантовать кейсы не допускается.
2. Отклонения от метода транспортировки должны быть согласованы с производителем СОПП.
3. Транспортировочные повреждения СОПП могут повлиять на условия гарантии в зависимости от степени повреждения.

## 6. Техническое обслуживание

### 6.1 Общие указания

В процессе эксплуатации СОПП должно подвергаться периодическим осмотрам и проверкам, направленным на обеспечение исправности и предотвращение выхода из строя изделия.

Техническое обслуживание аппаратуры проводится автономными методами в соответствии с ГОСТ 28470-90.

Порядок проведения и периодичность проведения технического обслуживания зависит от условий эксплуатации и указан в инструкции «Порядок проведения технического обслуживания (ТО) систем обнаружения подводных пловцов (СОПП)» №ТК-0924/19И.

Периодическое техническое обслуживание является необходимым условием для поддержания работоспособности оборудования и сохранение гарантии производителя.

### 6.2 Ремонт

Ремонт аппаратуры СОПП возможен в условиях предприятия-изготовителя в пределах назначенного ресурса и срока службы изделия или в условиях эксплуатации представителями предприятия - изготовителя.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** вскрывать аппаратуру СОПП и пытаться ремонтировать ее самостоятельно, внутри отсутствуют детали, которые может обслуживать пользователь.



**[Внимание]**

В компонентах СОПП напряжение достигает 400В!  
Вскрытие системы опасно для жизни!

## 7. Дополнительная информация

### 7.1 Версии инструкции и ревизии оборудования

Версия	Дата выпуска	Изменения
1.0	16 июля 2020	Версия 1.0
1.1	20 августа 2020	Обновление 1.1
1.2	08 апреля 2021	Корректировка разделов

### 7.2 Комплект поставки

№ п/п	Наименование	Количество	Примечание
1	СОПП серии М с комбинированным кабелем	1 шт.	включая 100 м кабеля
2	АРМ с ПО «Посейдон»	1 шт.	
3	Упаковка (тара)	1 шт.	
4	Паспорт	1 шт.	
5	Комплект инструкция	1 компл.	

**[Примечание]**

Комплектация может меняться в зависимости от опций, выбранных при заказе.  
Точная комплектация указана в паспорте к оборудованию.

### 7.3 Гарантийные обязательства

Гарантийные обязательства АО «ТРАНЗАС Консалтинг» указаны в №ТК-0924/19И «Порядок проведения технического обслуживания (ТО) систем обнаружения подводных пловцов (СОПП)».