МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

Р У К О В О Д Я Щ И Й Д О К У М Е Н Т

РД 52.10.895 – 2020

НАСТАВЛЕНИЕ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ И ПОСТАМ
ВЫПУСК 9. ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МОРСКИХ СТАНЦИЯХ И ПОСТАХ
Часть IV.
РЕЙДОВЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Москва

Издательство ООО «Принт»

2020

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Севастопольским отделением федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» (СО ФГБУ «ГОИН»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ Дьяков Н.Н., канд. геогр. наук (руководитель разработки), старший научный сотрудник Липченко А.Е. (ответственный исполнитель), научный сотрудник Белогудов А.А.

3 СОГЛАСОВАН:

- с Управлением организации научных исследований и экспедиций (УНИЭ) Росгидромета 16.03.2020;

- с Федеральным государственным бюджетным учреждением «НПО «Тайфун» Росгидромета (ФГБУ «НПО «Тайфун») 28.08.2019

4 УТВЕРЖДЕН Руководителем Росгидромета 17.03.2020

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Росгидромета от 29.04.2020 №161

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАН головной организацией по стандартизации Росгидромета ФГБУ «НПО «Тайфун» 14.04.2020

ОБОЗНАЧЕНИЕ РУКОВОДЯЩЕГО ДОКУМЕНТА РД 52.10.895-2020

6 ВЗАМЕН Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях. Часть IV. Рейдовые гидрометеорологические наблюдения, изд. 1978 г.

7 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ 2024 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ 5 лет

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины, определения и сокращения 6
3.1 Термины и определения 6
3.2 Сокращения 8
4 Организация рейдовых наблюдений 10
4.1 Общие положения 10
4.2 Расположение и закрепление рейдовых станций на акватории 11
4.3 Состав наблюдений 13
4.4 Сроки наблюдений 15
4.5 Горизонты наблюдений 16
4.6 Средства измерения и оборудование, необходимые для работ на рейдовых станциях, и основные требования к ним 18
4.7 Рейдовые наблюдения в проливах и устьевых областях рек 20
4.8 Подготовка к выполнению рейдовых наблюдений и работ 22
4.9 Плавсредства для рейдовых наблюдений 23
4.10 Работы на рейдовых станциях с плавсредств 24
4.11 Рейдовые наблюдения со льда 25
5 Основное оборудование для производства работ на рейдовой станции 30
5.1 Лебедки 30
5.1.1 Описание и технические характеристики лебедок 31
5.1.2 Установка и размещение лебедок на открытой палубе 40
5.1.3 Требования безопасности, предъявляемые к лебедкам 41
5.1.4 Уход за лебедками 43
5.2 Блок-счетчик 45
5.3 Кран-балки 47
5.4 Тросы 48

6 Производство гидрологических работ на рейдовой станции 53
6.1 Определение местоположения рейдовых станций 53
6.2 Измерение глубины моря 58
6.3 Измерение температуры воды 60
6.4 Измерение параметров морской среды СТД-зондами 68
6.5 Измерение скорости и направления морских течений 77
6.5.1 Методы измерения течений 77
6.5.2 Акустические методы измерения течений. АДПТ-измерители 79
6.5.3 Вертушечный метод. Измерение течений ВММ 83
6.5.4 Поплавочный метод измерения течений. Двойные привязные поплавки 85
6.6 Отбор проб воды на рейдовой станции. Батометры 87
6.7 Определение солености 97
6.8 Определение относительной прозрачности и цвета морской воды 101
6.9 Измерение мутности морской воды. Турбидиметры 106
7 Буйковые станции 108
7.1 Основные виды установок автономных буйковых станций 108
7.2 Оборудование плавсредств для установки автономных буйковых станций 110
7.3 Автономные буйковые станции для малых глубин 111
7.4 Расчёт нагрузок на элементы автономной буйковой станции 119
7.5 Установка и снятие автономных буйковых станций 124
7.6 Приборы для автономных буйковых станций 128
8 Обработка рейдовых наблюдений 133
8.1 Обработка показаний термометра для поверхностного слоя воды 133
8.2 Обработка показаний глубоководных термометров 133
8.3 Обработка измерений скорости и направления течений 135

8.4 Особенности обработки данных СТД-зондов.....139
8.5 Особенности измерения и обработки данных АДПТ.....144
9 Оформление и передача материалов рейдовых наблюдений.....145
Библиография.....148

Введение

Настоящий руководящий документ разработан взамен изданного в 1978 г. документа «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях. Часть IV. Рейдовые гидрометеорологические наблюдения», составленного в Государственном океанографическом институте.

Необходимость переработки документа обусловлена появлением новых методов и технических средств для производства и обработки гидрометеорологических наблюдений, их внедрением на сети Росгидромета, а также обновлением нормативной базы. Наряду с новыми технологиями, на сети морских станций и сегодня широко применяются разработанные в прошлом веке методы и оборудование, поэтому их описание и методы обработки полученной с их помощью информации включены в настоящий руководящий документ.

В связи с этим были добавлены новые разделы в основные главы прежнего документа, часть разделов была удалена, изменена и дополнена, а часть осталась без изменений. Название документа оставлено прежним.

В настоящем документе основное внимание уделяется организации рейдовых наблюдений, требованиям к оборудованию для производства работ, методам гидрологических наблюдений. Гидрохимические исследования на рейдовых станциях проводятся согласно соответствующим руководящим документам и здесь подробно не рассматриваются.

В обсуждении руководящего документа принимали участие специалисты ФГБУ «ГОИН», ФГБУ «ААНИИ», ФГБУ «ДВНИГМИ», ФГБУ «КаспМНИЦ»; ТОИ ДВО РАН; ФГБУ «Мурманское УГМС»; ФГБУ «Северо-западное УГМС»; ФГБУ «Дальневосточное УГМС»; ФГБУ «Колымское УГМС»; ФГБУ «Северное УГМС»; ФГБУ «Чукотское УГМС», которыми были сделаны ценные замечания.

Р У К О В О Д Я Щ И Й Д О К У М Е Н Т

НАСТАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ И ПОСТАМ ВЫПУСК 9. ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА МОРСКИХ СТАНЦИЯХ И ПОСТАХ ЧАСТЬ IV. РЕЙДОВЫЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Дата введения – 2020–07–01

1 Область применения

Настоящий руководящий документ устанавливает требования к организации, производству и обработке результатов рейдовых гидрометеорологических наблюдений на сети морских станций Росгидромета, а также устанавливает порядок проведения рейдовых гидрометеорологических наблюдений в морях, бухтах, лиманах, проливах, устьевых областях рек, устьевом взморье, в водотоках дельт, со льда.

Руководящий документ предназначен для:

а) государственной наблюдательной сети (морские станции и посты) Росгидромета;

б) департаментов, управлений по гидрометеорологии и мониторингу природной среды (УГМС) и центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС) Росгидромета;

в) научно-исследовательских, научно-производственных организаций и учреждений Росгидромета;

г) организаций, осуществляющих лицензируемую деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней работ в части производства рейдовых гидрометеорологических наблюдений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

ISO 7027-1–2016 Water quality. Determination of turbidity. Part 1: Quantitative methods

ГОСТ 17.1.3.08–82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества морских вод

ГОСТ 17.1.4.02–90 Вода. Методика спектрофотометрического определения хлорофилла а

ГОСТ 27384–2002 Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств

ГОСТ 3066–80 Канат двойной свивки типа ЛК-О конструкции 6×7(1+6)+1×7(1+6). Сортамент

ГОСТ 3067–88 Канат стальной двойной свивки типа ТК конструкции 6×19(1+6+12)+1×19(1+6+12). Сортамент

ГОСТ 31861–2012 Вода. Общие требования к отбору проб. Межгосударственный стандарт

ГОСТ Р 54119–2010 Глобальные навигационные спутниковые системы. Судовая многосистемная, многоканальная аппаратура потребителей ГНСС ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО. Технические характеристики, методы и требуемые результаты испытаний

ГСССД 77–84 Таблицы стандартных справочных данных. Морская вода. Шкала практической солености 1978 г.

МВИ 01–7/96 Методика контроля радиоактивного загрязнения водных объектов

РД 52.04.316–92 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9, ч. II. Гидрометеорологические наблюдения на судовых станциях, производимые штатными наблюдателями. Книга 2. Методики выполнения гидрометеорологических наблюдений на судах

РД 52.04.614–2000 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть II. Обработка материалов метеорологических наблюдений

РД 52.10.216–89 Методические указания. Обработка и контроль данных прибрежных гидрологических наблюдений береговых гидрометеорологических станций и постов

РД 52.10.243–92 Руководство по химическому анализу морских вод

РД 52.10.324–92 Методические указания. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек

РД 52.10.735–2018 Водородный показатель морских вод. Методика измерений потенциометрическим методом

РД 52.10.736–2010 Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах. Методика измерений йодометрическим методом

РД 52.10.737–2010 Объемная концентрация растворенного кислорода в морских водах в присутствии сероводорода. Методика измерений йодометрическим методом

РД 52.10.738–2010 Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом

РД 52.10.739–2010 Массовая концентрация общего фосфора в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия

РД 52.10.740–2010 Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса

РД 52.10.742–2018 Объемная доля сероводорода в морской воде. Методика измерений йодометрическим методом

РД 52.10.743–2010 Общая щелочность морской воды. Методика измерений титриметрическим методом

РД 52.10.744–2010 Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдокремниевой кислоты

РД 52.10.745–2010 Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе

РД 52.10.772–2013 Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом в виде индофенолового синего

РД 52.10.773–2013 Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера

РД 52.10.779–2013 Массовая концентрация нефтяных углеводородов в пробах морской воды. Методика измерений методом инфракрасной спектрометрии

РД 52.10.805–2013 Массовая концентрация общего азота в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия

РД 52.10.806–2013 Массовая концентрация хлоридов в пробах распресненных морских вод. Методика измерений аргентометрическим методом

РД 52.10.807–2013 Массовая концентрация анионных синтетических поверхностно-активных веществ в морских водах. Методика измерений экстракционно-фотометрическим методом с метиленовым голубым

РД 52.10.842–2017 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть I. Гидрометеорологические наблюдения на береговых станциях и постах

РД 52.17.812–2014 Оказание медицинской помощи на труднодоступных станциях Росгидромета

РД 52.17.813–2014 Оказание первой помощи на труднодоступных станциях Росгидромета

РД 52.18.595–96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды

РД 52.18.761–2018 Средства измерений гидрометеорологического назначения сетевые. Общие технические требования

РД 52.18.826–2015 Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 12. Наблюдения за радиоактивным загрязнением компонентов природной среды

РД 52.18.861–2017 Межповерочные интервалы средств измерений гидрометеорологического назначения

РД 52.19.704–2013 Краткие схемы обработки гидрометеорологической информации

РД 52.24.420–2006 Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом

РД 52.24.468–2005 Взвешенные вещества и общее содержание примесей в водах. Методика выполнения измерений массовой концентрации гравиметрическим методом

РД 52.24.496–2018 Методика измерений температуры, прозрачности и определение запаха воды

РТ 14–2012 Типовой табель средств измерений и оборудования для производства наблюдений в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, ее загрязнения

Р 52.08.665–2004 Вертушки морские ВММ. Методика проверки в прямолинейном бассейне

Примечания

1 При пользовании настоящим руководящим документом целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов:

- национальных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году;

- нормативных документов Росгидромета и Комитета Союзного государства – по РД 52.18.5–2012 и дополнений к нему – ежегодно издаваемым информационным указателям нормативных документов (ИУНД).

2 Если ссылочный нормативный документ заменён (изменён), то при пользовании настоящим руководящим документом следует руководствоваться заменённым (изменённым) нормативным документом. Если ссылочный нормативный документ отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем руководящем документе использованы следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **апвеллинг** (англ. upwelling): Процесс, при котором глубинные воды морей и океанов поднимаются к поверхности.

3.1.2

водоток: Водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности.

[ГОСТ 19179–73, статья 15]

3.1.3 **гидроакустические средства**: Устройства и приборы, использующие для различных целей акустические (звуковые) волны, распространяющиеся в толще воды.

3.1.4 **гидрологический фронт**: Граница между соседними водными массами с разными физическими и химическими свойствами.

3.1.5

гидрометрический створ: Створ через водоток, в котором измеряются расходы воды и производятся другие виды гидрометрических работ.

[ГОСТ 19179–73, статья 44]

3.1.6 **доплеровский сдвиг (эффект)**: Изменение воспринимаемой частоты колебаний, обусловленное движением источника или приемника волн, либо и того, и другого.

3.1.7 **океанографический разрез:** Вертикальное сечение океана (моря), отражающее распределение каких-либо характеристик морской воды в этой плоскости.

3.1.8 **плавсредство:** Самоходное или несамоходное плавучее сооружение, имеющее водонепроницаемый корпус и используемое для различных целей в условиях водной среды.

Примечание – Термин и определение применимы только для настоящего руководящего документа.

3.1.9 **рейдовая станция**: Станция в прибрежной зоне моря с постоянными географическими координатами, в которой регулярно выполняется комплекс океанографических работ, с использованием плавсредства или со льда, может включать постановку автономной станции.

3.1.10 **термохалинные условия (структура):** Совокупность слоев воды с характерными типами изменения температуры и солености по вертикали.

3.1.11 **устьевое взморье**: Авандельта (пологий подводный склон, примыкающий к дельте и продолжающий ее надводную часть) реки и прилегающая часть прибрежной морской акватории.

3.1.12 **шкала практической солености 1978 г.,** ШПС-78: Шкала, в которой практическая соленость определяется через отношение электропроводности пробы морской воды при 15 °С и давлении в 1 стандартную атмосферу к электропроводности раствора KCl, содержащего 32,4356 г KCl в массе раствора 1 кг при тех же давлении и температуре, и измеряется в практических единицах солености (пес).

3.2 Сокращения

В настоящем руководящем документе введены и приняты следующие сокращения:

- АБС – автономная буйковая станция;
- АГДС – автономная гидрологическая донная станция;
- АДПТ – акустический доплеровский профилограф течений;
- $БПК_5$ – биологическое потребление кислорода (пятисуточное);
- ВММ – вертушка морская модернизированная;
- ВСВ – всемирное скоординированное время;
- ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система – является российским аналогом американской Системы глобального позиционирования (GPS);
- ЕМ – единица мутности;
- ЕМФ – единица мутности по формазину;
- МАГМС – морская автономная гидрометеорологическая станция;
- НИУ – научно-исследовательское учреждение;
- ПАБС – притопленная автономная буйковая станция;
- пес – практическая единица солености;
- РД – руководящий документ;

- СИ – средство измерений;

- СПАВ – синтетическое поверхностно-активное вещество;

- СЧС – средний черноморский сейнер, предназначался для работы в бассейнах Чёрного и Азовского морей;

- УГМС – управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

- ФГБУ «ААНИИ» – федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»;

- ФГБУ «ВНИИГМИ–МЦД» – федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных»;

ФГБУ «ГОИН» – федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный океанографический институт имени Н.Н.Зубова»;

- ЦГМС – центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды;

- CTD – Conductivity, Temperature, Depth (электропроводность, температура, глубина) – зонд-измеритель электропроводности, температуры и гидростатического давления морской воды на различных глубинах;

- GPS – Global Positioning System (глобальная система позиционирования) – глобальная навигационная спутниковая система, разработана и эксплуатируется Министерством обороны США.

4 Организация рейдовых наблюдений

4.1 Общие положения

4.1.1 Гидрометеорологические наблюдения на рейдовых станциях (далее – рейдовые наблюдения) производятся с целью:

- изучения гидрометеорологического режима, природных явлений и процессов в прибрежной зоне моря;

- оперативного обеспечения прогностических органов, портовых служб и других заинтересованных организаций информацией о состоянии погоды и моря в исследуемой (контролируемой) зоне моря.

4.1.2 Рейдовые наблюдения проводятся в точках с постоянными координатами в портовых акваториях, в устьях рек и других местах, где это определено заданиями.

4.1.3 Рейдовые наблюдения проводятся с использованием плавсредства либо со льда; могут включать постановку АБС, АГДС, ПАБС, МАГМС.

4.1.4 Рейдовые наблюдения производятся как в приводном слое атмосферы, так и во всей толще воды от поверхности до дна. Материалы рейдовых наблюдений могут использоваться как связующие между данными береговых станций и открытого моря.

4.1.5 По своему назначению рейдовые наблюдения подразделяются на вековые и тематические (специализированные).

4.1.6 Вековые рейдовые наблюдения выполняются для решения задач исследования многолетней изменчивости характеристик режима изучаемого прибрежного района моря. Они производятся регулярно, в постоянных точках, неограниченное время. Местоположение вековых рейдовых станций, дискретность и программы наблюдений утверждаются Росгидрометом и без его разрешения не изменяются.

4.1.7 Тематические рейдовые наблюдения выполняются по заявкам прогностических органов или других заинтересованных организаций, а также в рамках научно-исследовательских тем, в сроки, согласованные с морскими УГМС (ЦГМС), для исследования гидрометеорологического, гидрохимического режима и загрязнения шельфовой зоны моря.

4.1.8 Тематические рейдовые наблюдения для решения научных тем и задач по специальным программам НИУ устанавливаются для изучения и уточнения закономерностей изменчивости термохалинных условий при апвеллингах, сильных непериодических течений, ветрового волнения, других характеристик гидрометеорологического и гидрохимического режимов, а также загрязненности шельфовой зоны моря. Такие рейдовые наблюдения могут назначаться как составная часть экспедиционных исследований акватории, наряду с гидрологическими съемками в соответствии с программами исследований. При этом одна и та же рейдовая станция может использоваться комплексно, с выполнением всех или части функций вековой станции, а также станции государственной системы наблюдений.

4.1.9 Необходимость, места, состав, продолжительность и порядок производства рейдовых наблюдений определяются ежегодными планами УГМС (ЦГМС) и утверждаются Росгидрометом.

4.1.10 Рейдовые наблюдения организуются и проводятся морскими гидрометеорологическими станциями 1-го и 2-го разряда и устьевыми станциями.

4.2 Расположение и закрепление рейдовых станций на акватории

4.2.1 Расположение рейдовых станций на акватории зависит от тех задач, которые они должны выполнять. Если вековые наблюдения производятся, как правило, на одной, наиболее характерной для данной ак-

ватории станции (вертикали), то рейдовые наблюдения для специализированных задач могут назначаться в нескольких точках акватории. Для этого предварительно по заданию регионального УГМС производят рекогносцировочные обследования района, при которых учитывают следующие рекомендации:

а) рейдовые станции назначаются в местах, отражающих наиболее характерные особенности режима исследуемой акватории (мелководные и глубоководные районы, районы с сильными и слабыми течениями и пр.);

б) в проливах рейдовые станции располагаются, как правило, по поперечному сечению пролива; если назначается одна рейдовая станция, то она располагается в середине пролива;

в) в заливах, бухтах, лиманах и гаванях одна из рейдовых станций назначается в прилегающей части открытого моря, в наиболее глубоком месте;

г) в районах интенсивного судоходства рейдовые станции располагаются в стороне от судоходных трасс и от главных якорных стоянок;

д) если на акватории гидрометеостанции, производящей рейдовые наблюдения, начинается океанографический разрез, то рейдовая станция включается в этот разрез;

е) при образовании льда и недоступности рейдовой станции для наблюдений с плавсредства наблюдения производятся с устойчивого прочного припая в точке рейдовой станции или вблизи нее.

4.2.2 После выбора рейдовых станций их местоположение с наибольшей возможной точностью закрепляется на акватории. Для этого положение каждой рейдовой станции фиксируется на карте (схеме) относительно хорошо видимых береговых ориентиров (маяк, церковь, заводская труба, вершина горы, мыс и пр.) или гидрографических знаков, обозначающих судовую обстановку в акватории (буи, вехи и пр.). При наличии на плавсредстве системы спутникового позиционирования

местоположение уточняется с помощью нее. В бухтах или на закрытых акваториях местоположение рейдовой станции может быть зафиксировано постановкой специального надежно установленного буя.

4.2.3 Положение каждой рейдовой станции описывается в техническом деле (паспорте) гидрометеорологической станции, где, помимо точных географических координат, указывается положение каждой рейдовой станции относительно береговых ориентиров и дается подробное их описание с приложением схемы.

4.3 Состав наблюдений

4.3.1 На рейдовых станциях выполняются морские гидрологические, гидрохимические и метеорологические наблюдения.

На рейдовых станциях производится:

а) измерение глубины моря;

б) измерение температуры воды на стандартных горизонтах;

в) определение направления и скорости течений;

г) определение цвета и относительной прозрачности воды;

д) определение типа и направления волнения, высоты и периода волн;

е) измерение толщины льда и снега на льду (при работе со льда);

ж) взятие проб воды на стандартных горизонтах и определение в них, по РД 52.18.595 (раздел 5):

- солености, пес, по РД 52.10.842 (подраздел 7.6);

- массовой концентрации хлоридов, мг/дм^3, по РД 52.10.806;

- объемной концентрации растворенного кислорода, см^3/дм^3, по РД 52.10.736, или объемной концентрации кислорода в присутствии сероводорода, см^3/дм^3, по РД 52.10.737;

- степени насыщения растворенным кислородом, %, по РД 52.10.736;

- водородного показателя, ед. pH, по РД 52.10.735;

- общей щелочности, ммоль/дм^3, по РД 52.10.743;

- БПК$_5$, мг/ дм^3 , по РД 52.24.420;

- массовой концентрации общего азота, мкг/дм^3, по РД 52.10.805, азота нитритного, мкг/дм^3, по РД 52.10.740, азота нитратного, мкг/дм^3, по РД 52.10.745, азота аммонийного, мкг/дм^3, по РД 52.10.772 или РД 52.10.773;

- массовой концентрации фосфатов, мкг/дм^3, по РД 52.10.738 и общего фосфора, мкг/дм^3, по РД 52.10.739;

- массовой концентрации кремния, мкг/дм^3, по РД 52.10.744;

- массовой концентрации хлорофилла *a*, феофитина *a*, мкг/дм^3 , по ГОСТ 17.1.4.02;

и) взятие проб морской воды и определение в них массовой концентрации загрязняющих веществ, по РД 52.18.595 (раздел 5):

- нефтяных углеводородов, мкг/дм^3, по РД 52.10.779;

- СПАВ, мкг/дм^3, по РД 52.10.807;

- фенолов, мкг/дм^3, по РД 52.10.243;

- хлорированных углеводородов, в том числе пестицидов, мкг/дм^3, по РД 52.10.243;

- тяжелых металлов (железо, марганец, хром), мкг/дм^3, по РД 52.10.778;

- тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий, медь), мкг/дм^3, по РД 52.10.243;

- сероводорода (определяется объемная доля), см^3/дм^3, по РД 52.10.742.

При выборе горизонтов для отбора проб на загрязнители следует руководствоваться ГОСТ 17.1.3.08 (приложение 4).

к) измерение мутности, ЕМФ, ЕМ/дм^3 (проводится от поверхности до дна многопараметрическими зондами с установленными на них турбидиметрами – датчиками мутности);

л) измерение массовой концентрации взвешенных веществ, мг/ дм^3 по РД 52.24.468;

м) отбор пробы воды на радиоактивность (по заданию УГМС, согласованному с ФГБУ «НПО «Тайфун»). Определяется объемная активность радионуклида стронций-90, Бк/м^3, в лаборатории ФГБУ «НПО «Тайфун». Правила отбора проб воды изложены в РД 52.18.826 (раздел 9);

н) метеорологические наблюдения включают измерения:

- направления и скорости ветра;
- температуры воздуха;
- влажности воздуха;
- атмосферного давления.

Дополнительно проводятся наблюдения за облачностью (определяется тип и количество в баллах), горизонтальной видимостью, атмосферными явлениями (осадки, солнечное сияние, туман и др.).

Гидрометеорологические измерения и наблюдения проводятся по методикам, изложенным в РД 52.04.316 (разделы 1–4, 6–11).

4.3.2 Состав наблюдений может быть сокращен или дополнен в соответствии с программой, утверждаемой Росгидрометом. В программу наблюдений может быть включено исследование донных отложений, исследование проб воды на содержание детергентов, пестицидов и др., а также гидробиологических показателей.

4.3.3 Первичная обработка результатов наблюдений проводится согласно РД 52.04.614 (раздел 5). Оформление результатов наблюдений приведено в разделе 9 настоящего документа.

4.4 Сроки наблюдений

4.4.1 Вековые рейдовые наблюдения производятся один раз в месяц, близко к его середине, в виде многочасовых станций, в синоптиче-

ские сроки ВСВ (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 ч). Наблюдения над течениями в приливных морях производятся не реже чем один раз в час, в неприливных морях – не реже чем через 2 ч.

Отбор проб воды для определения компонентов химического состава и загрязняющих веществ производится в день наблюдения.

4.4.2 Сроки проведения тематических рейдовых наблюдений определяются программами научно-исследовательских тем, запросами заинтересованных организаций или прогностическими органами. Сроки согласовываются с УГМС, НИУ-куратором и Росгидрометом.

4.4.3 Зимой рейдовые наблюдения производятся с прочного припая в те же сроки и с той же продолжительностью, как и при наблюдениях с плавсредств.

4.4.4 Невыполнение рейдовых наблюдений в установленные сроки допускается только по причине штормовой погоды или неблагоприятных ледовых условий. В этом случае выход производится сразу же после того, как позволит погода. Причина переноса срока рейдовых наблюдений фиксируется.

4.4.5 По заданию региональных УГМС (ЦГМС), по запросам различных хозяйственных организаций и для выяснения экстремальных значений элементов (например, после прекращения сильного шторма, продолжительных сгонных или нагонных ветров, после очищения акватории ото льда, после резкого похолодания и пр.) могут устанавливаться дополнительные рейдовые наблюдения в другие сроки. Продолжительность и состав этих наблюдений определяются заданием.

4.5 Горизонты наблюдений

4.5.1 Глубины всех горизонтов отсчитываются при работе с плавсредства от поверхности моря, при работе со льда – от уровня воды в лунке. За нулевой горизонт принимается: при измерении температуры

воды и отборе проб – слой моря толщиной 1 м от поверхности; при измерении скорости и направления течений – слой моря толщиной 1,5–2 м от поверхности.

4.5.2 Измерение температуры воды и взятие проб для определения компонентов естественного химического состава производится на горизонтах: 0; (5); 10; 15; 20; (25); 30; 40; 50; 60; (75); 80; 100; (125); 150; 200 м и придонный.

Измерение скорости и направления течений производится на горизонтах: 0; (5); 10; 25; 50; 100; 200; 300 м и придонный.

На устьевом взморье и в мелководных акваториях морей глубиной не более 6 м: 0; 3 м и придонный; при больших глубинах: 0; 5; 10; 15; 20 и далее через 10 м до дна.

Для отбора проб на загрязняющие вещества, при глубинах, м:

- до 10 включ. – 0 и придонный;
- св. 10 до 25 включ. – 0; 10 и придонный;
- св. 10 до 50 включ. – 0; 10; 25 и придонный;
- св. 50 до 100 – 0; 10; 25; 50 и придонный.

В устьевых областях рек, впадающих в моря, при глубинах, м:

- до 5 – 0 и придонный,
- св. 5 до 10 включ. – 0, середина и придонный,
- св. 10 – через 5 м.

4.5.3 Если измерения выполняются без применения CTD-зонда, то для точного определения границ слоя скачка температуры воды назначаются промежуточные горизонты. Эти горизонты располагаются так, чтобы они приходились на верхнюю и нижнюю границы слоя скачка.

Пример – Горизонт, м . . . . . 5. . . . . 10. . . . . 15. . . . . .20. . . . . .25. . . . . 30.

Температура воды, °С. . . 26,31. . . 26,13. . . 26,02. . . 21,24. . . 15,41. . . 14,14.

В этом случае, для уточнения границ слоя скачка, следует выполнить промежуточные горизонты 18 и 23 м. Температура на горизонте

18 м 25,53°С (верхняя граница слоя скачка), на горизонте 23 м 15,62°С (нижняя граница слоя скачка).

Если разность температур на промежуточном горизонте и на верхнем или нижнем стандартных горизонтах велика, выполняется еще один промежуточный горизонт. Если толщина слоя скачка не более 5 м, можно ограничиться только одним промежуточным горизонтом. При наличии хорошо выраженного слоя загрязнения в этом слое берется дополнительная проба.

4.5.4 Наблюдения в придонном горизонте производятся на возможно близком расстоянии от дна. Однако расстояние от дна должно быть таким, чтобы не повредить прибор и не взмучивать воду концевым батометром или грузом. На тематических рейдовых станциях горизонты наблюдений определяются заданиями региональных УГМС и программами по научным темам.

4.6 Средства измерения и оборудование, необходимые для работ на рейдовых станциях, и основные требования к ним

4.6.1 Все технические средства, используемые для производства рейдовых наблюдений, подразделяются на палубные, лабораторные и погружаемые. Используемые СИ должны входить в Государственный реестр СИ. При подборе СИ также необходимо учитывать РТ–14. В зависимости от степени автоматизации измерений можно выделить:

1) не автоматизированные СИ (погружаемые батометры, ртутные поверхностные и глубоководные термометры, измерители течений ВММ, белый диск Секки и др);

2) автоматизированные измерительные комплексы, представляющие собой системы первичных измерительных преобразователей, измерительных приборов, регистрирующих устройств и других технических

средств, которые замыкаются на бортовую рабочую станцию. Забортный измерительный и пробоотборный комплекс погружается на горизонты наблюдений на кабель-тросе с помощью лебедки. Горизонт наблюдений фиксируется с помощью датчика давления.

В число палубных устройств входят стойки для батометров, лебедки с комплектом стального троса, кран-балки, откидные площадки и т.д.

4.6.2 Все СИ (в том числе и лабораторные), используемые при выполнении рейдовых наблюдений, должны быть в морском исполнении.

4.6.3 В период между работами все оборудование и технические средства должны размещаться в лабораторных помещениях.

4.6.4 Для выполнения рейдовых наблюдений на плавсредстве должна быть установлена одна или несколько лебедок со счетчиком вытравленного троса и обезжиренным тросом. В комплект гидрологического и гидрохимического оборудования входят батометры, ртутные поверхностные и глубоководные термометры или CTD-зонд, приборы для измерения течений, белый диск Секки, шкала цветности морской воды. Если плавсредство имеет гидрохимическую лабораторию, то в состав ее оборудования могут быть включены электросолемер, набор ареометров, портативный pH-метр или шкала pH с реактивами, набор реактивов и оборудования для определения растворенного кислорода, щелочности, биогенных веществ и различных видов загрязнения. Для производства метеорологических наблюдений применяется барометр-анероид, анеморумбометр или ручной анемометр, психрометр, секундомер. В случае, если на плавсредстве установлена автоматическая метеорологическая судовая станция, обеспечивающая необходимую точность измерений, то метеорологические наблюдения проводятся с помощью нее.

4.6.5 Основные требования к СИ для морских наблюдений изложены в РД 52.18.761 (подраздел 9.4). Измерения должны выполняться по аттестованным методикам.

4.6.6 СИ должны иметь гарантированные показатели надежности, поверяться с интервалами, установленными в РД 52.18.861 (раздел 8), быть ремонтопригодными.

4.6.7 Требования к диапазонам измерения СИ и допускаемым основным погрешностям метеорологических и гидрологических параметров определены в РД 52.18.761 (подраздел 8.4).

4.6.8 Требования к диапазонам и погрешностям измерений количественных показателей состава вод и загрязнений в отбираемых пробах на рейдовых станциях указаны в РД, приведенных в 4.3.1.

4.7 Рейдовые наблюдения в проливах и устьевых областях рек

4.7.1 В узких проливах, наряду с рейдовыми станциями, назначаются вертикали для измерения расходов воды через проливы в зависимости от высоты уровня и изменения течений, а на морях с приливами – в зависимости и от фазы прилива. Измерения расходов воды позволяют определять водообмен, теплообмен и солеобмен между водоемами, которые соединяет пролив. Измерение направления и скорости течения производится на трех–пяти вертикалях, расположенных поперек пролива. Правила наблюдений, подсчета расхода воды и представления результатов изложены в РД 52.10.324.

4.7.2. На морях без приливов измерения на вертикалях следует производить как можно быстрее, при однородных гидрометеорологических условиях, так чтобы они могли быть отнесены к одной отметке уровня. Наиболее целесообразно измерять расходы воды одновременно с нескольких плавсредств. Измерение расходов следует проводить в дни с разным стоянием уровня, чтобы построить кривую зависимости расходов воды от высоты уровня.

4.7.3 На морях с приливами, где на каждой вертикали назначаются суточные наблюдения, их целесообразно проводить с нескольких плавсредств одновременно. Если наблюдения производятся с одного плавсредства, все измерения на вертикалях выполняются не более чем за 3–4 дня.

На морях с полусуточными или неправильными полусуточными приливами наблюдения производятся в сизигию, квадратуру и в промежуточный момент, а на морях с суточными или неправильными суточными приливами – во время наибольшего и наименьшего склонения Луны и в промежуточный момент.

Примеры

1 Даты наибольшего С и Ю склонения Луны 2, 16 и 29-го числа. Склонение Луны около нуля 8 и 23-го числа. Наблюдения в приливных морях производятся 2, 4 и 8 или 16, 20 и 23-го числа.

2 Даты наступления сизигии 8 и 24-го, квадратуры 1 и 16-го числа - наблюдения в приливных морях производятся 1, 4 и 8 или 16, 20 и 24-го числа.

3 В проливе неприливного моря уровень в течение года меняется от 10 до 186 см. Расходы воды измеряются в дни, когда высота уровня лежит в пределах от 10 до 30 см, от 31 до 50, от 51 до 70, ... от 91 до 110, ..., от 171 до 186 см, причем в каждом интервале желательно иметь по два измерения расхода.

4.7.4 Рейдовые станции в водотоках дельт назначаются с целью изучения временной и пространственной изменчивости гидрологических и гидрохимических элементов (течения, температура и соленость воды, содержание взвешенных веществ и компонентов естественного химического состава, включая загрязняющие вещества и пр.). В водотоках дельт рейдовые наблюдения назначаются, как правило, по специально разработанной сетке разрезов и створов. Рейдовые станции располагаются поперек или вдоль русла. В первом случае рейдовые станции дают возможность измерять расходы воды и наносов и рассчитывать водо-,

соле- и теплообмен, во втором случае исследовать смешение речных и морских вод и проникновение морских вод в дельту.

4.7.5 Рейдовые наблюдения на устьевом взморье производятся в зоне смешения речных и морских вод. Рейдовая станция располагается, как правило, на свале глубин устьевого взморья, и ее местоположение должно, по возможности, совпадать с одной из станций векового или стандартного гидрологического разреза. На мелком участке устьевого взморья целесообразно назначать две рейдовые станции: в канале, проходящем через мелководную часть взморья, и вне его. При выполнении рейдовых наблюдений на устьевом взморье особое внимание обращается на точное определение границ слоя скачка температуры, солености и мутности воды. На приглубом взморье отмечается миграция гидрологического фронта. В тех устьевых областях, где в рукава дельт проникает морская вода, наблюдения на устьевом взморье следует производить синхронно с наблюдениями на рейдовой станции, расположенной в наиболее глубоком рукаве дельты.

Подробно порядок и представление результатов наблюдений в водотоках дельт и на устьевом взморье изложен в РД 52.10.324.

4.8 Подготовка к выполнению рейдовых наблюдений

4.8.1 Подготовка к выполнению рейдовых наблюдений производится заблаговременно и состоит в подготовке плавсредства (или приспособлений для работы со льда), подборе приборов и оборудования в соответствии с утвержденной программой работ.

4.8.2 Подготовка к выходу на рейдовые наблюдения в море производится командой плавсредства (в море – судна) в соответствии с «Уставом службы на судах морского флота Российской Федерации» и правилами Российского морского регистра судоходства. Совместно с океанографическим отрядом командой проверяется состояние гидроло-

гических лебедок, кран-балок и тросов, такелаж буйковой станции и судовые приспособления для ее постановки. Океанографический отряд проверяет все приборы и оборудование. Постановка буйковой станции осуществляется командой судна совместно с океанографическим отрядом. При постановке станции и других гидрологических работах следует строго соблюдать правила по технике безопасности [1].

4.9 Плавсредства для рейдовых наблюдений

4.9.1 Для производства рейдовых наблюдений используются мореходные катера, имеющие разрешение Российского морского регистра судоходства на плавание не менее чем в пятимильной прибрежной зоне, суда типа СЧС и другие плавсредства, оборудованные или которые могут быть оборудованы необходимыми средствами для производства рейдовых работ.

4.9.2 В устьевых областях рек (в водотоках) и мелководных проливах допускается использование лодок с навесным мотором.

4.9.3 При размещении оборудования на плавсредстве (в море – на судне), особое внимание необходимо уделять удобству и безопасности работы. Для выполнения гидролого-гидрохимических работ на судах различного типа, в том числе и нанятых в аренду, необходимо размещать гидрологическое оборудование так, чтобы обеспечивалась максимальная безопасность работ. Устанавливаемые лебедки должны быть надежно закреплены; если устанавливается несколько лебедок, то их необходимо устанавливать так, чтобы одна не мешала работе другой и была исключена возможность спутывания тросов. Для работы ночью у каждой лебедки должен быть установлен электрический фонарь или прожектор. У лебедок устанавливаются кран-балки с блок-счетчиками так, чтобы трос, идущий от лебедки к блок-счетчику, не перегораживал палубу. Кран-балки должны легко заваливаться внутрь, чтобы не ме-

шать швартовке судна. Неподалеку от лебедок устанавливают стойки для приборов. Гидрохимическое оборудование должно быть надежно закреплено и установлено в лаборатории или специально приспособленном помещении на используемом судне.

4.10 Работы на рейдовых станциях с плавсредств

4.10.1 Работы на рейдовой станции производятся с плавсредства, стоящего на якоре или на двух якорях. Постановка на два якоря производится так, чтобы диаметральная плоскость плавсредства расположилась по течению или по направлению ветра. При стоянке на двух якорях в районах с сильными течениями при смене их направлений необходимо поднять кормовой якорь, дать плавсредству развернуться по течению, а затем вновь завести кормовой якорь. При выполнении рейдовой станции необходимо регулярно проверять положение плавсредства, не допуская его дрейфа.

4.10.2 Океанографические работы производятся в следующем порядке:

а) при выходе на точку (с заданными координатами) рейдовых наблюдений отдается якорь и измеряется глубина места;

б) устанавливается АБС с приборами;

в) опускается зонд или серия батометров на заданные горизонты;

г) измеряется скорость и направление течений;

д) во время выдержки первой серии батометров определяются цвет и прозрачность воды и производятся метеорологические наблюдения;

е) отбираются пробы воды на химический анализ с заданных горизонтов.

Каждая серия наблюдений производится в указанном порядке. Если работает АБС, серии наблюдений с плавсредства по тем элементам,

которые измеряет АБС, производятся для контроля ее работы в начале и в конце рейдовой станции.

4.11 Рейдовые наблюдения со льда

4.11.1 Начало рейдовых наблюдений со льда определяется сроками достижения ледяным покровом толщины, гарантирующей безопасность передвижения и работы. При планировании сроков и технических средств для организации рейдовых наблюдений со льда руководствуются данными таблицы 4.1.

Т а б л и ц а 4.1 – Толщина льда, обеспечивающая безопасность движения и работы при температуре воздуха минус 10 °С и ниже

Вид груза	Масса груза, т, не более	Толщина льда, при которой безопасно перемещение, см		Предельные расстояния до кромки льда, м	
		речной лед	морской лед	речной лед	морской лед
Человек в походном снаряжении	0,1	7	12	3	5
Груженые нарты с упряжкой собак	1,0	12	21	10	12
Автомобиль с грузом	3,0	24	40	15	20
Гусеничный трактор	10,0	45	60	25	30

При появлении снежниц перемещение и работа на льду разрешается только тогда, когда толщина льда в 1,5 раза больше табличной. Рейдовые станции со льда производятся, как правило, в тех же местах, что и при отсутствии припая, однако всегда следует принимать во внимание соображения безопасности.

4.11.2 Для исключения искажения гидрологического режима подледных вод лед в районе расположения рейдовой станции должен быть

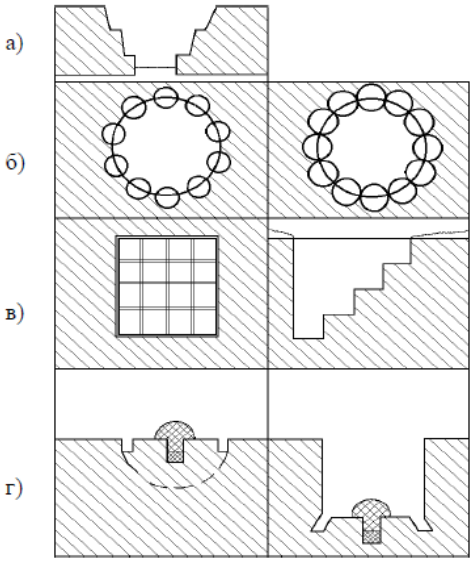
ровный, без подводных подсовов и торосов, с наименьшей заснеженностью. Поблизости от гидрологической площадки не должно быть трещин.

4.11.3 В намеченной точке рейдовой станции, которая определяется и закрепляется, как правило, по береговым ориентирам, выбирается гидрологическая площадка. Эта площадка размером 10×10 м должна несколько возвышаться над окружающей ледяной поверхностью, чтобы исключить сток в лунку талых вод. Не допускается выбирать гидрологическую площадку близко к кромке припая (предельные расстояния даны в таблице 4.1). В середине гидрологической площадки намечается место лунки. Вдоль краев будущей лунки прокладываются доски для увеличения площади опоры при ее изготовлении. Размеры лунки выбираются в соответствии с программой наблюдений, чтобы обеспечить удобную работу с гидрологическими приборами и отбор проб воды. Оптимальные размеры лунки для производства полного комплекса гидрологических наблюдений 2×2 м, так как в течение зимы размер ее уменьшается за счет намерзания льда на стенках.

4.11.4 Выбор способа изготовления лунки определяется толщиной льда и техническими возможностями. В тонком льду лунку прорубают пешней. Обломки льда выбрасывают совками, лопатами, сачками или ведрами за границы гидрологической площадки. При вырубании лунки пешней она должна несколько сходить на конус. При толщине льда более 1 м лунку вырубают ступенями, как показано на рисунке 1а. Особенно большую осторожность следует соблюдать при пробивании нижнего слоя льда толщиной 10–15 см. На случай прорыва воды снизу находящийся в лунке работник обвязывается веревкой, а в стенках лунки делаются приступки. Категорически запрещается находиться в лунке двум человекам.

4.11.5 Для изготовления лунки применяются мотобуры и ленточные электрические или механические пилы. При использовании мотобуров с длиной штанги до 2,5 м обуривание производят либо располагая

отверстия через некоторые расстояния по контуру лунки, либо ведут сплошное обуривание с перехлестом отверстий, как показано на рисунке 1б. В первом случае нарушается монолитность льда для последующего производства одного взрыва «на пролом», во втором – для извлечения всего или большей части образовавшегося монолита трактором или талями.



а – вырубка пешней; б – проходка мотобуром; в – выпиливание ленточной пилой; г – проходка последовательными взрывами.

Рисунок 1 – Способы проходки гидрологической лунки

Ленточными пилами делают взаимно перпендикулярные пропилы, при которых образуются вертикальные призмы льда, которые извлекают из лунки и складывают по краям площадки согласно рисунку 1в. При изготовлении лунок во льду толщиной более 1 м могут быть использованы последовательные взрывы, как показано на рисунке 1г. Применение взрывных работ допускается только при строгом соблюдении правил

безопасности при взрывных работах [2] и лицами, сдавшими экзамены на специальность взрывника.

4.11.6 После проходки и очистки лунки ее оборудуют. По краям лунки укладываются брусья сечением 10×10 см или больше, концы которых должны выходить за края лунки примерно на метр. Для брусьев во льду выдалбливаются пазы такой глубины, чтобы брусья несколько выступали надо льдом. Для предохранения стенок лунки от разрушения между брусьями устанавливается сруб из толстых досок. Поверх брусьев настилается пол. Колодец закрывают плотной крышкой. Для того, чтобы вода в лунке не замерзла, сруб обогревается.

4.11.7 Подходы к ледовой рейдовой станции оборудуются следующим образом:

- по дороге к рейдовой станции не должно быть торосов и сквозных трещин;

- путь до рейдовой станции обставляется вехами, а в районах с сильными метелями и внезапными резкими ухудшениями погоды натягивают леера;

- в темное время путь должен быть освещен.

4.11.8 При работе на рейдовой станции со льда всегда необходимо иметь надежную бесперебойную связь с гидрометеостанцией.

4.11.9 Работа на рейдовой станции производится только группой сотрудников (2–4 человека), которые должны иметь при себе багры (для предохранения от падения на гладком льду), веревки (на случай провала кого-нибудь под лед), аптечку с запасом медикаментов для оказания первой помощи. К рейдовой станции группа двигается гуськом с интервалом 2–3 м. Идущий впереди проверяет лед ударами пешни. Если лед пробивается с первого раза, это место обходят или возвращаются назад. Особенно осторожно следует проходить места торошения, так как здесь лед может быть недостаточно смерзшимся.

4.11.10 Порядок рейдовых наблюдений со льда такой же, как и с плавсредств, но наблюдения производятся при отрицательных температурах воздуха. При этом возможно замерзание воды в батометрах и склянках для проб. Образование льда на кранах и механизмах батометров и на других приборах нарушает их нормальную работу. Даже незначительное обмерзание батометра повышает концентрацию солей в пробе воды. При работах под открытым небом пробу из батометра следует брать сразу же после извлечения батометра из воды и только после этого производить отсчеты термометров. В случае замерзания воды в батометре нельзя очищать сливной кран механическим путем. Следует отогреть весь батометр и тщательно перемешать содержащуюся в нем пробу воды. Следует избегать обмерзания приборов в воде, образования конденсата на механизмах и оборудовании, что может привести к сбоям в работе приборов. Все приборы и склянки должны храниться в утепленных ящиках. Между наружной и внутренней стенками ящика устанавливаются специальные бидоны с горячей водой. На рейдовых станциях, которые продолжаются более суток, над лункой устанавливается палатка или домик-возок (балок). Палатка утепляется обсыпкой основания снегом, периодически отапливается. Балок сооружается на санях на каркасе и обивается войлоком. В нем размещаются стол для работы и титрования проб, полки, рундуки для приборов. В полу делается откидной люк, над которым под потолком укрепляется блок-счетчик. Лебедка с тросом помещается внутри домика. Для работы он устанавливается так, чтобы отверстие люка совпадало с лункой.

4.11.11 Всем наблюдателям, выполняющим рейдовые наблюдения со льда, необходимо строго соблюдать правила по технике безопасности [1], руководствоваться правилами, изложенными в РД 52.10.842 (подраздел 4.10). При оказании первой помощи руководствоваться РД 52.17.812 и РД 52.17.813.

5 Основное оборудование для производства работ на рейдовой станции

5.1 Лебедки

5.1.1 Обязательным оборудованием плавсредств для выполнения работ на рейдовой станции являются лебедки, предназначенные для опускания и подъема гидрологических приборов. Конструкции лебедок отличаются в зависимости от глубины, на которую опускают приборы, от характера работ и от типа используемого плавсредства. На катерах и малотоннажных судах опускание приборов на малые глубины производится обычно при помощи ручных лебедок. На больших глубинах необходимо использовать лебедки с электрическим или гидравлическим приводом. Некоторые лебедки оснащены автоматическими счетчиками вытравленной длины троса. Если встроенных в лебедку счетчиков нет, то следует использовать блок-счетчики. При постановке буйковых станций следует применять судовые грузовые лебедки, а в отдельных случаях траловые.

5.1.2 На судах применяется лебедка типа ЛГ-1200, ЛЭРОК, на катерах – ручная лебедка типа ЛМ-046. Для работ со льда применяется лебедка «Северный полюс». В устьях рек используются лебедки «Нева» и «Луга». В настоящее время выпускаются отечественные лебедки, например ГР-36, ПИ-24М, ЛПР-100 различных модификаций, ПИ-23 («Нева») и др. Лебедки с гидравлическим и электрическим приводом выпускаются иностранными фирмами: Hawboldt Industries, Ibercia - Iber Comercio e Industria, S.A., ITALMECAN.COM, DYNACON и др.

5.1.1 Описание и технические характеристики лебедок

5.1.1.1 Лебедка ЛГ-1200 с электрическим приводом состоит из рамы, барабана, коробки передач, тросоукладочного механизма, электромотора и контроллера. Сцепление барабана с валом производится с помощью муфты-тормоза. Натяжение пружины тормоза отрегулировано так, чтобы при нагрузках на трос, превышающих 160 кг, происходило некоторое проскальзывание фрикционных дисков. Это исключает обрыв троса при временных перегрузках и поломках механизма лебедки. Регулировка скорости вытравливания троса производится изменением силы нажатия на рычаг. Вытравливание троса производится, как правило, на холостом ходу лебедки под действием силы тяжести приборов. При малой массе приборов вытравливание можно производить и с помощью электродвигателя, регулируя скорость контроллером.

При подъеме приборов в зависимости от включения той или иной ступени и от величины натяжения троса скорость может меняться от 0,4 до 2,7 м/с.

Выбирать приборы с глубины можно также вручную с помощью рукоятки. К лебедке придается кран-балка. Она состоит из изогнутой трубы и подставки, которая прикрепляется болтами к палубе судна. К концу кран-балки подвешивают блок-счетчик. Перед началом работ проверяют, поворачивается ли кран-балка без значительных усилий.

Если поворот связан с затратой значительных усилий, то следует смазать ее трущиеся части жидким маслом и расходить ее.

Основные технические характеристики лебедки ЛГ-1200:

- емкость барабана при тросе диаметром 3,5 мм, м 1200;

- максимальное тяговое усилие, кг. 100;

- скорость выбирания троса, м/с 0,4–2,7;

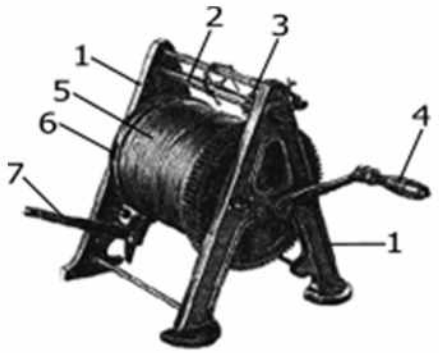
- габариты, мм . . . . . .1000×882×796;

- масса, кг 750;

- электродвигатель постоянного тока МПМ-12,

мощность, кВт . . . . . .3,2.

5.1.1.2 На рисунке 2 показана переносная ручная лебедка ЛМ-046. Применяется при работе на глубинах до 100 м. В комплекте лебедки имеется специальная кран-балка с подвесным блок-счетчиком.



1 – станина; 2 – вращающаяся ось; 3 – малая шестерня;
4 – рукоятка; 5 – барабан; 6 – ленточный тормоз;
7 – рукоятка тормоза.

Рисунок 2 – Переносная ручная лебедка ЛМ-046

Лебедка используется для работ с приборами общим весом до 50 кг. Она имеет станину, состоящую из двух чугунных рам поз. 1 (см. рисунок 2), скрепленных между собой. Между рамами помещается барабан поз. 5, ось которого вращается во втулках рамы. На правый конец оси надевается съемная рукоятка поз. 4. Левую щеку барабана охватывает ленточный тормоз поз. 6 с рукояткой поз. 7, правая щека служит большой шестерней зубчатой передачи. Над барабаном помещена вторая вращающаяся ось поз. 2 с малой шестерней поз. 3.

При перемещении малой шестерни вдоль ее оси до сцепления с большой шестерней включается зубчатая передача, что бывает необхо-

димо при подъеме тяжелых приборов. Для удержания барабана от обратного вращения при подъеме приборов служит собачка, храповиком же является большая шестерня. Во время опускания приборов с помощью пружины со штифтом собачка отключается. Передаточное отношение шестерен – 1/6. На судах лебедку устанавливают на деревянной подставке, размер которой должен быть несколько больше станины лебедки. Высота подставки подбирается с учетом удобства работы, чтобы не приходилось сильно нагибаться при вращении рукоятки.

Погружение в воду приборов при помощи лебедки ЛМ-046 производится следующим образом. При навешивании приборов барабан лебедки должен быть застопорен опусканием храповой собачки, а ручка снята. Для опускания прибора откидывают собачку и травят трос, регулируя спуск ленточным тормозом. Опустив прибор на заданную глубину, останавливают тормозом вращение барабана и тотчас же накидывают на шестеренку храповую собачку. При подъеме тяжелого груза ручку надевают на ось с малой шестерней и вращают барабан лебедки через зубчатую передачу.

Основные технические характеристики лебедки ЛМ-046:

- грузоподъемность, кг. 50;

- емкость барабана при диаметре троса 3 мм, м 100;

- габариты, мм . . . . . .500×500×·600;

- масса, кг . . . . . .35.

5.1.1.3 Лебедка ПИ-24М, представленная на рисунке 3, служит для погружения в воду на заданную глубину подвешенных на стальном тросе гидрологических приборов и оборудования (вертушки, батометра, рамы, оправы с термометром и пр.). В тросе лебедки имеется токопроводящая жила.

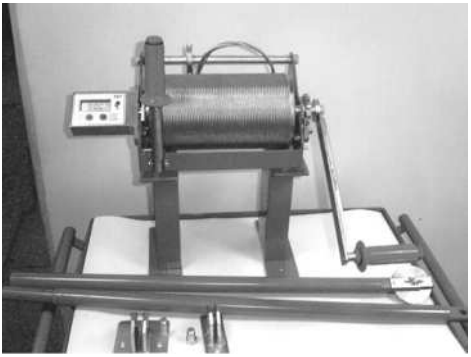


Рисунок 3 – Лебедка ПИ-24М

Технические характеристики лебедки ПИ-24М:

- максимальная грузоподъемность, кг 30;

- усилие на рукоятке при подъеме груза массой 30 кг, кг, не более. 13;

- разрывное усилие стального троса 2,8 мм с медной токоведущей жилой, кг 150;

- предельный ток в изолированном проводнике троса, А 0,5;

- длина троса диаметром 2,5–3,0 мм, м 24–300;

- предел измерения длины вытравленного троса, м 200;

- цена единицы младшего разряда указателя длины троса, см. 1;

- масса лебедки с навитым тросом и комплектом принадлежностей, кг . . . . . .20.

5.1.1.4 Лебедка ГР-36, представленная на рисунке 4, предназначена для осуществления гидрологических работ на водоемах и водотоках глубиной до 25 м. В лебедке ГР-36 также используется трос с токопроводящей жилой, позволяющий использовать приборы с электроконтактным механизмом. Лебедка может устанавливаться на катере, понтоне и мосту.

Рисунок 4 – Лебедка ГР-36

Технические характеристики лебедки ГР-36:

- грузоподъемность, кг . . . . . .до 100;

- угол подъема стрелы относительно плоскости основания, град. . . . . от 15 до 60;

- поворот стрелы, град. 360;

- максимальный вынос стрелы от края опоры, м. 1,2;

- усилие на рукоятке при предельном весе прибора, подвешенного на тросе, кг . . . . . .не более 15;

- точность отсчета по счетчику, см 1;

- допускаемое расхождение показаний счетчика с предельной длиной вытравленного троса, см . . . .± 6;

- рабочая длина троса, м 25;

- вес лебедки без укладочного ящика, кг. 52;

- габаритные размеры при наибольшем выносе стрелы: длина, высота, ширина по основанию, мм . . . . . 1800×900×800.

5.1.1.5 Лебедка ПИ-23, тоже имеющая трос с токопроводящей жилой, представлена на рисунке 5.

Рисунок 5 – Лебедка ПИ-23

Технические характеристики лебедки ПИ-23:

- диаметр троса, мм. 3;

- усилие на рукоятке при предельном весе приборов, подвешенных на тросе, кг, не более. 13;

- предельный ток в токопроводящем проводе троса при напряжении 10 Вольт, А 0,5;

- пределы измерения счетчиком, м 0–100;

- рабочая длина троса, м, не менее. 24;

- погрешность отсчета по счетчику, м, не более. 1;

- габариты при наибольшем выносе стрелы, мм, не более. . . . . .1700×420×750;

- масса, кг, не более. . . . . 32.

5.1.1.6 Лебедка ЛПР-100 предназначается, совместно с гидрологическими и другими приборами, для отбора проб воды и донных отложений в водоемах с применением приспособленных лодок.

Модификации лебедки ЛПР-100:

- ЛПР-100с – для стационарной установки на плавсредствах;

- ЛПР-100м – переносной вариант;

- ЛПР-100э – с электроприводом.

Т а б л и ц а 5.1 – Технические характеристики модификаций лебедки ЛПР-100

Наименование	Максимальная грузоподъемность, кг	Длина лебедки за борт, м	Диаметр стального троса, мм	Длина стального троса, м	Габариты, мм
ЛПР-100с	100	1	2,6	100	1300×340×3177
ЛПР-100м	20	0	2,6	100–400	1000×1000×2100
ЛПР-100э	20	0	2.6	100–400	1000×1000×2100

5.1.1.7 Лебедка с электрическим приводом ЛЭРОК (лебедка электроручная океанографическая) предназначена для установки на судах для спуска и подъема гидрологических приборов. На рисунке 6 показан общий вид лебедки. ЛЭРОК разработана в двух вариантах – ЛЭРОК-0,5, барабан которой вмещает 4500 м троса диаметром 3,6 мм, и ЛЭРОК-1,2, рассчитанная на 12500 м ступенчатого троса диаметром от 3 до 5,1 мм. Индексы 0,5 и 1,2 обозначают максимальную нагрузку лебедок в тоннах. У ЛЭРОК-0,5 установлен электродвигатель ДПМ-31 постоянного тока напряжением 220 В, мощностью 11,5 кВт и шестикулачковый контроллер, позволяющий давать лебедке пять скоростей в пределах от 0 до 4,3 м/с. У ЛЭРОК-1,2 установлен электродвигатель ДПМ-42 постоянного тока напряжением 220 В, мощностью 35 кВт и шестикулачковый контроллер, позволяющий давать лебедке пять скоростей в пределах от 0,4 до 4,4 м/с.

Основные технические характеристики этих лебедок приведены в таблице 5.2.

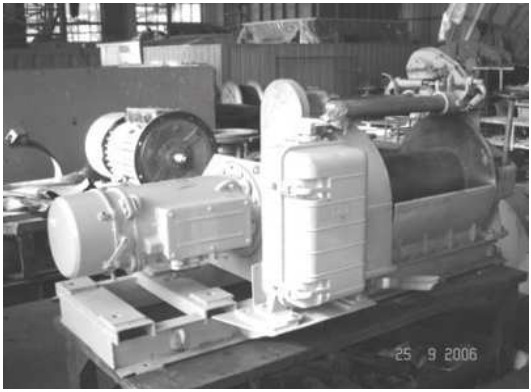


Рисунок 6 – Общий вид лебедки ЛЭРОК

Т а б л и ц а 5.2 – Основные технические характеристики ЛЭРОК

Технические характеристики	Лебедки	
	ЛЭРОК-1,2	ЛЭРОК-0,5
Емкость барабана, м	12500	4500
Нагрузка максимальная, кг	1200	500
Мощность электродвигателя, кВт	35	11,5
Скорость выбирания, при нагрузке 1200 кг, м/с	1,75	–
Длина, м	4,5	4,5
Ширина, мм	2810	2040
Высота, мм	1200	1100
Масса лебедки с электрооборудованием, кг	1270	1115

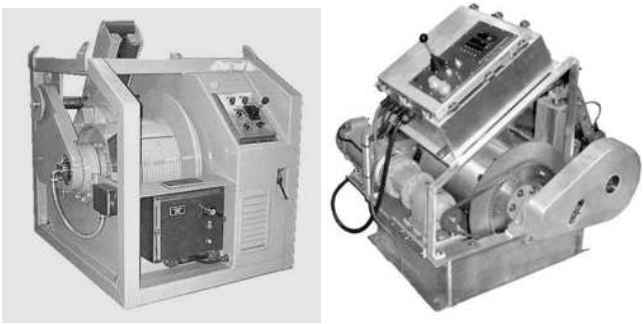
По конструкции оба типа одинаковы и различаются только емкостью барабанов, мощностью электромоторов и габаритами. Достоинством является наличие редуктора, который позволяет менять шаг укладки троса.

Конструкция ЛЭРОК позволяет разобщать тросовый барабан с электромотором освобождением тормозного шкива и наоборот. При необходимости приборы можно опускать под действием собственного веса, не включая электромотор.

У лебедки имеется ручной аварийный привод, которым через цепную передачу осуществляется вращение барабана. При работе электродвигателя цепь ручного привода должна быть снята.

5.1.1.8 Современные надежные и удобные в эксплуатации лебедки для гидрологических работ выпускают многие мировые производители. При этом их важным качеством является удобство управления вращением барабана с помощью джойстика, с возможностью широкого выбора и быстрого изменения скорости травления или выбирания, контроля длины вытравленного троса (кабель-троса). В качестве примера на рисунке 7 представлены две современные океанографические лебедки, выпускаемые иностранными фирмами, с гидравлическим и электрическим приводами. Они предназначены для выполнения различных океанографических работ и позволяют опускать CTD-зонды и другие приборы с передачей информации по кабель-тросу.

а б



а – лебедка SPR-1640/S (Hawboldt Industries); б – лебедка с электрическим приводом (DYNACON)

Рисунок 7 – Общий вид лебедок с гидравлическим и электрическим приводом

При выборе устанавливаемой лебедки необходимо учитывать максимальную глубину погружения приборов при проведении работ, их га-

бариты и массу, возможности подключения питания лебедки на борту плавсредства.

При эксплуатации лебедок следует строго следовать инструкции по эксплуатации завода изготовителя и соблюдать все правила техники безопасности при работе с ними.

5.1.2 Установка и размещение лебедок на открытой палубе

5.1.2.1 Установка лебедок как ручных, так и с электромеханическими, гидравлическими приводами на плавсредствах производится на открытых палубах вблизи бортов.

5.1.2.2 Положение лебедок на палубе должно отвечать следующим условиям:

а) прочность крепления лебедки должна превышать в десятикратном размере максимальную нагрузку на лебедки;

б) тросовый барабан лебедки своей серединой должен располагаться против центра откидной площадки или среднего положения блока на кран-балке;

в) между лебедкой и фальшбортом расстояние должно быть не менее 0,6 м, что обеспечивает свободный проход наблюдателя к рабочему месту с приборами;

г) пульт управления должен быть расположен таким образом, чтобы наблюдатель имел в поле зрения забортное пространство, блок-счетчик лебедки и мог действовать педалью ножного тормоза.

5.1.2.3 Размещение лебедок на палубе выполняется в зависимости от ее устройства и необходимого числа лебедок для обеспечения работ. Лебедки должны размещаться на палубе, свободной от перекрытий, тентов, тросовых оттяжек и других палубных устройств. Около каждой лебедки устанавливаются кран-балки.

5.1.2.4 Особое внимание должно быть обращено на обеспечение освещения циферблатов счетчиков и забортного пространства возле лебедки.

5.1.2.5 Рядом с лебедками устанавливаются стойки для батометров, вертушек или других приборов. Подступы к контроллерам лебедок и рабочим площадкам должны быть свободными и легкодоступными.

5.1.2.6 Палуба около лебедок и стоек для приборов всегда должна содержаться в чистоте. В штормовую погоду и при сильных осадках места подходов должны быть посыпаны песком.

5.1.3 Требования безопасности, предъявляемые к лебедкам

5.1.3.1 Каждая лебедка должна иметь маркировку, содержащую:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- индекс лебедки;
- номинальное тяговое усилие на барабане;
- скорость выбирания шкентеля при номинальном тяговом усилии;
- массу лебедки;
- заводской номер;
- год изготовления.

5.1.3.2 Требования безопасности:

а) все подвижные части лебедок, кроме грузовых барабанов и турачек, должны иметь ограждения от прикосновения человека и попадания одежды, не препятствующие нормальной эксплуатации лебедок. Внутренние поверхности крышек ограждений должны быть окрашены в красный цвет;

б) устройства для крепления ограждений не должны ослабляться от вибрации, крепежные детали (болты, гайки, штыри и т.д.) должны быть предохранены от потери;

в) открывающиеся или съемные ограждения особо опасных мест должны иметь автоматические устройства крепления (защелки и т.п.) для фиксации в закрытом и открытом положении;

г) конструкция лебедки должна обеспечивать безопасный доступ к деталям, подлежащим периодическим осмотрам;

д) на фирменной табличке лебедки должно быть указано значение номинального тягового усилия на грузовом барабане;

е) конструкция лебедки, имеющей турачки, должна обеспечивать удобство наложения каната на турачку и работы со сбегающим концом каната при его выбирании. Высота верхней кромки наружной реборды турачки над основанием не должна быть более 1150 мм;

ж) лебедки, имеющие отключаемые от привода барабаны, должны быть снабжены муфтами, исключающими отключение барабана под нагрузкой;

и) конструкция лебедок с переключением передач в редукторе должна исключать возможность самопроизвольного выключения передач, а также переключения передач под нагрузкой. Лебедки поверяются в бюро поверки после изготовления (при выпуске из производства), а также после ремонта.

5.1.3.3 Поверка лебедок состоит из:

- внешнего осмотра;

- поверки счетчика;

- проверки электрической цепи.

5.1.3.4 Не допускается выполнять работы лебедками, при осмотре которых обнаружены дефекты.

Должны изыматься из дальнейшей эксплуатации и заменяться исправными следующие детали лебедок:

- чугунные барабаны – при наличии трещин или отбитых краев реборд;

- шестерни – при отсутствии части зубьев (одного и более) или при наличии трещин в любом месте (заваривание трещин не допускается);

- шестерни лебедок с ручным и электрическим приводом при износе зубьев. Запрещается наваривать и заваривать зубья;

- деформированные корпуса ручных рычажных лебедок, неисправные предохранительные детали, изношенные трущиеся детали тяговых механизмов (сжимы – желобчатые пазы и цапфы), а также деформированные крюки;

- подшипники – при наличии трещин или отбитых краев;

- поломанные детали тормоза и детали тормоза лебедок с электрическим приводом – при наличии в них разработанных отверстий, которые увеличивают «мертвый» ход;

- валы и оси лебедок с электрическим приводом – при наличии в них выработанных шпоночных канавок, раковин, наплывов, расслоений, трещин;

- валы лебедок с ручным приводом – при износе шеек;

- храповики – при отсутствии зубьев или при наличии трещин;

- собачки – при наличии выщербленных мест на их упорной части;

- эластичные муфты – при наличии у них сломанных пальцев, изношенного тормозного шкива и задиров на тормозной поверхности;

- тормозные колодки – при наличии у них изношенных обкладок.

5.1.3.5 На лебедках, признанных годными для эксплуатации, ставится клеймо. Клеймо ставится на передней стороне корпуса счетчика и на станине лебедки в месте, предусмотренном чертежом.

5.1.4 Уход за лебедками

5.1.4.1 Лебедки необходимо содержать в чистоте и протирать ветошью при загрязнении и попадании на них морской воды. Трущиеся ча-

сти регулярно смазываются машинным маслом или тавотом (густым смазочным материалом, например, солидолом).

Для смазки на лебедках в соответствующих местах имеются специальные отверстия – тавотницы. Некоторые части лебедок требуют смазки кисточкой или с помощью масленки. Все металлические части лебедки во избежание коррозии окрашиваются масляной краской. Чтобы предохранить лебедки от брызг морской воды и загрязнения, их покрывают брезентовыми чехлами или специальными прочными кожухами. При этом барабаны лебедок должны быть застопорены, трос туго обтянут и его ходовой конец закреплен на раме лебедок. Электропитание электрических лебедок должно быть выключено. При хранении на складе лебедки густо смазываются техническим вазелином или авиационным тавотом.

5.1.4.2 Для обеспечения исправной работы лебедок необходимо систематически производить смазку направляющих тросоукладчика, следить за свободным проворачиванием шкивов блоков, свободным ходом рукояток, винтов и педалей тормозов; при обнаружении неисправностей в отдельных узлах лебедок – вызывать судового механика, ответственного за исправную работу палубных механизмов.

5.1.4.3 На зимний период и на период длительной стоянки судна в ремонте лебедки должны быть законсервированы. Для этого необходимо промыть все детали и насухо протереть, все обработанные поверхности разобранных деталей покрыть ровным слоем технического вазелина или авиационного тавота. При расконсервации необходимо все законсервированные детали очистить от смазки, промыть поверхности керосином и насухо протереть. На сухие поверхности нанести тонкий слой смазки, применяемой для смазки лебедок во время их эксплуатации.

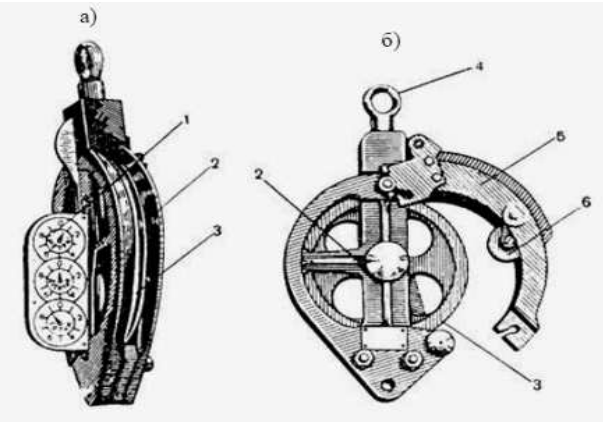
5.1.4.4 Профилактический ремонт, уход за электрооборудованием, гидравлическими приводами, редукторами и другие регламентные работы осуществляются судовыми электромеханиками.

5.2 Блок-счетчик

5.2.1 Глубина погружения приборов на рейдовой станции определяется измерением длины вытравленного троса с учетом его угла наклона. Если прибор не снабжен датчиком давления (давление пересчитывается на глубину) с выводом информации на борт, то длина вытравленного троса измеряется с помощью блок-счетчиков различных типов. Существуют счетчики, встроенные в саму лебедку, механические и электронные.

5.2.2 Наиболее распространен блок-счетчик типа 017, представленный на рисунке 8, рассчитанный на нагрузку до 120 кг и измерения длины троса до 1000 м, который эксплуатируется с лебедками. Блок-счетчик предназначен для измерения длины смотанного с лебедки троса или кабеля. Он состоит из блока поз. 3, вращающегося в шарикоподшипниках поз. 2 между двумя половинами корпуса. На наружной поверхности блока имеется профилированная канавка, рассчитанная на трос диаметром 3–5 мм. Для удобства закладки троса на блок одна из щек блок-счетчика снабжена откидной скобой поз. 5 с вмонтированным в нее прижимным роликом поз. 6 для предотвращения проскальзывания троса. Ось блока имеет червячную нарезку и связана с системой зубчатых колес счетчика оборотов поз. 1, который содержит три циферблата для отсчета единиц, десятков и сотен метров.

Стрелки, по которым производится отсчет глубины по циферблатам, укреплены на осях с трением, что позволяет легко устанавливать их на ноль или на любое другое деление. Блок-счетчик имеет рым (или массивный карабин) поз.4, укрепленный на вертлюге, что дает возможность блоку поворачиваться в горизонтальной плоскости. За рым блок-счетчик подвешивается к кран-балке. Для этого прочный массивный болт (или скоба) пропускается через рым счетчика и закрепляется гайкой с контргайкой.



а – вид сбоку; б – вид сзади;
1 – счетчик оборотов; 2 – шарикоподшипник; 3 – блок;
4 – рым; 5 – откидная скоба; 6 – прижимной ролик.
Рисунок 8 – Блок-счетчик 017

5.2.3 Перед началом работ блок-счетчик следует поверять, пропуская через него тщательно измеренный отрезок троса (100–200 м). Перед началом поверки стрелки счетчика ставят на нуль. Затем определяют показание блок-счетчика, соответствующее длине пропущенного через него троса. Отношение длины пропущенного через блок-счетчик троса к показанию счетчика называется поправочным коэффициентом блок-счетчика К.

Пример – Через блок-счетчик пропущен отрезок троса длиной 100 м, показание блок-счетчика при этом равно 105 м. Отсюда поправочный коэффициент К равен 0,95. Для определения истинной длины вытравленного троса показание блок-счетчика умножают на коэффициент блок-счетчика.

5.2.4 Блок-счетчик хранится на складе сухим, только трущиеся части слегка смазывают машинным маслом. Блок-счетчик необходимо держать в чистоте и следить за тем, чтобы он не заржавел и не покрывался зеленью. После каждого рейса, завершив работы, его нужно хо-

рошо просушить. Смазку блок-счетчика производят легкими маслами, не густеющими при низких положительных температурах. При отрицательных температурах счетчик смазывать маслом нельзя. Если он был до этого смазан, смазку необходимо тщательно удалить. Необходимо следить, чтобы масло не попало в желобок шкива блока, так как трос при вытравливании может проскальзывать.

Не рекомендуется использовать для промывки блок-счетчика керосин. Керосин можно применять только в том случае, если детали блок-счетчика сильно заржавели. Но в этом случае нужно обрабатывать блок-счетчик только в разобранном виде с последующей тщательной промывкой горячей водой.

5.2.5 Перед началом работы на рейдовой станции следует проверять вращение стрелок счетчика, устраняя слабину на осях или трение стрелок о циферблат.

5.2.6 При работе в зимнее время необходимо следить за тем, чтобы блок-счетчик не обледеневал, так как образование льда на канавке блока ведет к проскальзыванию троса и вызывает большие ошибки в показаниях счетчиков. Внутри счетчика, набиваясь в шестерни, лед может вызвать поломку зубцов и расшатывание всей системы шестерней. Для борьбы с обмерзанием можно по мере надобности отогревать блок-счетчик мягким шлангом с горячей водой.

5.2.7 Хранить блок-счетчик следует хорошо промытым и сухим в неплотно закрытом ящике. Блок-счетчик брать только за рым или за щеки, но не за счетчик.

5.3 Кран-балки

5.3.1 При работе с лебедками для вывода троса за борт служат кран-балки. Кран-балки бывают стационарные и переносные.

5.3.2 По правилам техники безопасности на плавсредствах, выполняющих рейдовые наблюдения, допустимо использование кран-балок только заводского изготовления, имеющих испытательное клеймо. В заводском изготовлении кран-балки поставляются в комплекте к лебедкам.

5.3.3 Кран-балка состоит из изогнутой трубы и подставки. Подставка крепится нижним фланцем к палубе болтами. Кран-балка устанавливается во втулке подставки. На кран-балке и на подставке имеются фланцы с отверстиями, что позволяет закреплять кран-балку под любым углом к борту при помощи штыря, который вставляется в совмещенные отверстия фланцев. К ноку кран-балки подвешивается блок-счетчик, если лебедка не имеет встроенного счетчика длины вытравленного троса.

5.3.4 Для опускания приборов на небольшие глубины можно использовать переносные кран-балки**.** Переносная кран-балка, входящая в комплект лебедки ЛМ-046, представляет собой изогнутую в верхней части стальную трубу диаметром около 4 см. Высота кран-балки 1,6 м, длина выноса 0,6 м. Кран-балка имеет подпятник, в гнездо которого входит шаровая опора. Подпятник крепится к палубе винтами. Для крепления кран-балки целесообразно изготовить специальные прорези в фальшборте. Кран-балка закрепляется в нужном положении с помощью оттяжек.

5.4 Тросы

5.4.1 Для опускания гидрологических приборов в воду при производстве рейдовых наблюдений, а также для постановки автономных буйковых станций и других работ используются металлические, растительные и синтетические тросы (канаты).

5.4.2 Металлические тросы, применяемые при океанографических работах, изготавливаются из оцинкованной стальной проволоки. Конструкцию металлических тросов обозначают выражением $a \times b + c$, в кото-

ром *a* означает число прядей в тросе, *b* – число проволок в пряди, *c* - число мягких сердечников. Например, трос 6×7+1 означает, что трос состоит из шести прядей по семь проволок в пряди и содержит один сердечник. При большом числе проволок в пряди, когда она состоит из нескольких рядов, приводят и конструкцию пряди; ее обозначают суммой цифр, каждая из которых указывает на число проволок в ряду. Например, в тросе 6×37+1 каждая прядь, свитая из 37 проволок, имеет конструкцию 1+6+12+18. Это означает, что вокруг центрального сердечника концентрическими рядами положены в первом ряду 6, во втором 12, в третьем 18 проволок. Конструктивно тросы состоят из проволок, которые свиты в пряди по 7 или 19 шт.

5.4.2.1 В некоторых конструкциях прядей между толстыми проволоками располагаются тонкие с целью более полного заполнения сечения. Пряди, в свою очередь, свивают вокруг сердечника (изготовленного из натурального или синтетического волокна или представляющего собой металлический трос малого диаметра). Тросы, в которых направления навивки проволок в прядях и навивки прядей вокруг сердечника противоположны (т.н. «крестовая» или «нормальная» завивка), являются канатами с компенсированным скручивающим моментом. Для более полной компенсации скручивания иногда применяют также противоположную навивку прядей, если последние располагаются в несколько слоев. Иногда стальные тросы (канаты) покрывают синтетической оболочкой из полиуретана или полиэтилена.

5.4.2.2 Полностью избавиться от скручивающего момента не представляется возможным, вследствие чего все тросы имеют свойство образовывать перегибы. Образование перегибов с дальнейшим их затягиванием под нагрузкой приводит к непригодности троса для использования и необходимости вырубать его часть с последующей заделкой разрыва с помощью сплесня.

Стальные тросы под нагрузкой (особенно при первом погружении) вытягиваются в силу раскручивания прядей, причем удлинение это может достигать 4–5% от первоначальной (паспортной) длины. Поэтому хорошей морской практикой является «обтягивание» троса перед началом работ – для этого его разматывают на необходимую длину с подвешенным грузом.

Номенклатура и технические характеристики наиболее часто употребляемых тросов приведены в ГОСТ 3066 и ГОСТ 3067 (в них используется название «канат»).

5.4.3 Синтетические тросы изготовляются из волокон химических веществ, образующих различные пластические массы – капрон, нейлон, дакрон, лавсан, полипропилен, полиэтилен и др. По водостойкости, упругости, гибкости, легкости, прочности, долговечности и экономичности (изношенные тросы можно переплавлять) синтетические тросы значительно превосходят стальные. Полиэтиленовый и полипропиленовый тросы не тонут в воде.

5.4.4 При выборе троса для работ на рейдовых станциях следует учитывать, прежде всего, конструкцию лебедки, конструкцию и массу погружаемых приборов, величину возможной нагрузки на трос под воздействием волнения и течений, глубину погружения, условия и характер работы (на якоре или в дрейфе) и другие особенности.

5.4.5 При постановке буйковых станций обычно пользуются набором тросов диаметром от 4–5 до 10–13 мм.

Расчет прочности троса, заключающийся в определении суммарной рабочей нагрузки на трос, производится по формуле

$$A \geq kP, \qquad (1)$$

где A – разрывное усилие троса, которое зависит от диаметра троса, его конструкции и прочности проволоки (для каждого вида троса определяется ГОСТом);

P – суммарная рабочая нагрузка на трос, которая складывается из веса поднимаемых (опускаемых) на тросе приборов и оборудования, собственного веса троса в воде, увеличения нагрузки при качке, натяжения троса, создающегося при дрейфе (или сильном течении) в связи с наклоном троса;

k – коэффициент запаса прочности, который при работе с судна можно принимать равным 2,5–3,0, а при установках приборов и оборудования для автономной работы 3,5–4,0.

5.4.6 Уход за металлическими тросами заключается в предохранении их от коррозии, от образования колышек и изломов. Чтобы предохранить трос от коррозии, по окончании работ его вытравляют за борт на всю длину, на которую он был в воде, и при наматывании на барабан лебедки промывают пресной водой, пропускают через сухую тряпку или паклю, а затем смазывают техническим вазелином, густым машинным маслом, цилиндровым маслом. Технический тавот, керосин и солярное масло употреблять нельзя, так как они не предохраняют трос от ржавчины, а, наоборот, способствуют ее появлению. Если по каким-либо причинам трос нельзя протереть сразу после работы, его следует промыть пресной водой на барабане лебедки, а по возвращении на берег трос нужно протереть и смазать.

5.4.6.1 Так как обычно в работе используется только часть троса, намотанного на барабан лебедки, необходимо время от времени разматывать, протирать и смазывать весь трос, так как просачивающаяся с верхних рабочих рядов морская вода вызывает появление ржавчины во внутренних рядах троса. На практике очень часто случается, что редко используемая в работе коренная (нижняя) часть троса оказывается значительно более корродированной и ослабленной, чем рабочий (ходовой) конец.

Если тросу предстоит долгое время находиться в воде, например при работе на многосуточных станциях, рекомендуется предварительно

смазать трос прокипяченной горячей смесью из равных частей древесной смолы и гашеной извести.

5.4.6.2 При длительных перерывах в работе трос сматывают с барабана лебедки и хранят отдельно на деревянных катушках. Если трос хранят не на барабане лебедки, его тщательно промывают, просушивают и смазывают. Барабан обвязывается промасленной парусиной. На время хранения троса необходимо заклетневать его концы плотной марлей во избежание развивки.

5.4.6.3 Чтобы предохранить трос от появления колышек, применяются следующие меры предосторожности:

- при наматывании троса на барабан лебедки его всегда держат туго натянутым, непрерывно притормаживая катушку;

- при работе на электрической лебедке избегают резких изменений скорости подъема или спуска приборов. Рекомендуется при переходе от одной скорости к другой слегка притормаживать лебедку ножным тормозом;

- при работе на лебедке во время волнения следует регулировать скорость спуска «под волну», притормаживая ножным тормозом или даже переключая скорость;

- при подъеме и спуске приборов следить за работой тросоукладчика, добиваясь равномерной укладки троса на барабане лебедки.

Если, несмотря на все меры предосторожности, колышка все же образовалась и при обтягивании троса на месте колышки появились заломы, перекручивание и выпучивание отдельных прядей или проволок, такой участок троса следует немедленно вырубить, а затем сделать сплесень (срастить). Сращивание производится с разгоном проволок на участке длиной не менее 10 см.

5.4.7 Синтетические тросы после работы тщательно высушивают и хранят в сухом темном помещении или в светонепроницаемых чехлах, чтобы предохранить от воздействия солнечного света.

6 Производство гидрологических работ на рейдовой станции

6.1 Определение местоположения рейдовых станций

6.1.1 При выполнении рейдовых станций для точного определения выхода на них рекомендуется использовать судовую многосистемную, многоканальную навигационную аппаратуру потребителей, предназначенную для определения координат местоположения судов по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS, ГАЛИЛЕО. Использование этой аппаратуры для определения координат местоположения судов (плавсредств) определено ГОСТ Р 54119.

В стандартном режиме определения координат местоположения плавсредства в открытом море и в прибрежной зоне система позволяет обеспечить следующую погрешность:

- 26 м по системе GPS;
- 40 м по системе ГЛОНАСС;
- 15 м в совмещенном режиме ГЛОНАСС/GPS.

Местоположение рейдовых станций закрепляется на акватории или на карте по заданным координатам или относительно береговых ориентиров. При выполнении рейдовых наблюдений необходимо добиваться максимально возможной точности выхода на заданные координаты рейдовой станции.

6.1.2 При отсутствии сигнала или выходе из строя приемников сигналов глобальных навигационных спутниковых систем, установленных на плавсредствах, заданное местоположение вычисляется с помощью нескольких методов.

6.1.2.1 Определение местоположения плавсредства по двум горизонтальным углам, представленное на рисунке 9, состоит из следующих действий:

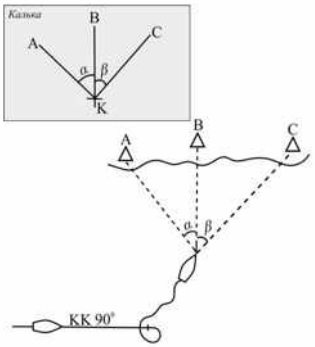


Рисунок 9 – Определение местоположения плавсредства по двум горизонтальным углам

а) на местности определяются три ориентира (А, В, С), нанесенные на карту. Названия ориентиров записываются в той последовательности, как будут производиться измерения;

б) с плавсредства измеряются углы между левым и средним ориентирами α и между средним и правым ориентирами β с точностью до 1'; после измерения угла β замечают момент по часам и отсчитывают показания лага. Если измерения производит один наблюдатель, угол α измеряется вторично и рассчитывается его среднее значение;

в) измеренные углы α и β исправляются инструментальными поправками;

г) линейки протрактора устанавливаются на исправленные значения углов α и β. При отсутствии протрактора – на листе кальки у одного из краев листа ставят точку К и проводят прямую КВ. Под углом α к ней проводят прямую КА и, отложив по другую сторону от КВ угол β, прямую КС;

д) протрактор или калька накладываются на карту так, чтобы срезы линеек или прямые линии на кальке прошли через изображения ориен-

тиров. При этом положении в центре протрактора или точке *К* на кальке делается накол на карте, ставится точка и обводится кружком. Такая операция для контроля производится дважды. Место, определенное по двум углам, получается тем точнее, чем угол положения линий пересечения ближе к 90° и чем меньше расстояние от плавсредства до среднего ориентира. Измерение горизонтальных углов производится, как правило, секстаном. В случае пеленгования ориентиров и последующим расчетом углов точность определения снижается. После определения местоположения происходит выход на рейдовую станцию.

6.1.2.2 Более точное определение местоположения рейдовой станции осуществляется по пеленгам нескольких ориентиров, так как при определении места по двум ориентирам нет контроля правильности измерений и прокладки. Определять место по двум пеленгам можно только в крайних случаях, когда нельзя использовать более надежные средства определения. Определение места по нескольким пеленгам производится, как правило, на малом ходу в следующей последовательности:

а) быстро измеряются компасные пеленги нанесенных на карту ориентиров, расположенных ближе к диаметральной плоскости плавсредства. В момент измерения последнего пеленга замечают время по часам и отсчет лага;

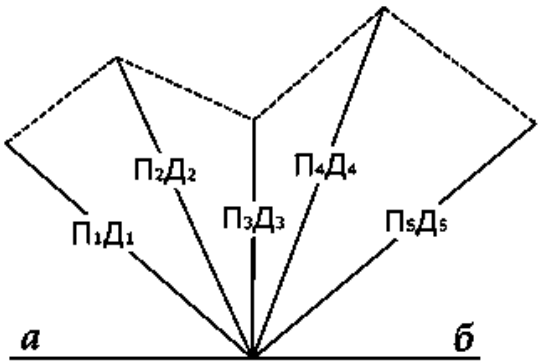
б) компасные пеленги исправляются поправкой компаса, и на карте прокладываются линии истинных пеленгов от каждого ориентира. Точка пересечения пеленгов даст искомое местоположение или образует треугольник погрешностей. Если этот треугольник равносторонний, с длиной стороны не более 5 мм в масштабе путевой карты, местоположение принимается в его центре. Если две стороны треугольника погрешностей имеют вытянутую форму, местоположение принимается ближе к его короткой стороне. Если треугольник погрешностей имеет размеры более 5 мм, следует повторить все операции сначала. Для более точно-

го определения местоположения плавсредства, углы между направлениями на ориентиры должны быть не меньше 30° и не больше 150°.

6.1.2.3 Определение местоположения плавсредства, оснащенного радиолокационной станцией, заключается в следующем:

а) на малом ходу радиолокатором быстро определяются несколько пеленгов и соответствующих им расстояний до береговых ориентиров, дающих устойчивый отраженный импульс. В средний момент наблюдений отмечаются время и показания лага;

б) на листе кальки наносится линия плавсредства поз. *аб*, в соответствии с рисунком 10. Из произвольной точки К на этой линии откладываются истинные пеленги (исправленные на погрешности), а по ним, в масштабе карты, измеренные расстояния;



П – пеленг; Д – расстояние; *аб* – линия плавсредства.

Рисунок 10 – Определение местоположения плавсредства с помощью радиолокатора

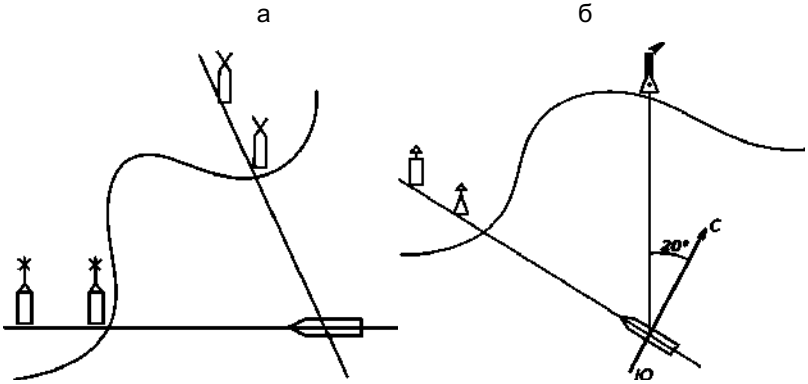
в) калька с выполненным построением накладывается на карту и перемещается так, чтобы возможно большее число отложенных расстояний совпало с характерными ориентирами на карте; точка пересечения пеленгов даст место плавсредства. Его местоположение этим способом

определяется тем точнее, чем больше измерено пеленгов и расстояний. Для большей точности указанная операция производится дважды.

6.1.2.4 Если места рейдовых станций закреплены створами, выход на станцию осуществляется следующим образом:

а) по двум створам. Чтобы прийти на место рейдовой станции, двигаются по линии одного створа до тех пор, пока не будет пересечена линия другого створа, согласно рисунку 11а. Определение места тем точнее, чем ближе угол между створами к 90°;

б) по одному створу и пеленгу. Пеленгуемый ориентир выбирается так, чтобы угол между створом и линией, проходящей через место рейдовой станции на ориентир, был близок к прямому. Чтобы прийти на место рейдовой станции, двигаются по линии створа до тех пор, пока не получат заданный компасный пеленг на ориентир, согласно рисунку 11б;



а – по двум створам; б – по створу и пеленгу.

Рисунок 11 – Определение места рейдовой станции по створам

в) по одному створу и горизонтальному углу. Если место рейдовой станции задано створом и углом между ориентиром и створом, идут по линии створа до тех пор, пока не получат заданный угол. Заданный угол не может быть меньше 30° и больше 150°.

6.1.3 В журнал наблюдений заносятся: район, название и номер станции, ее координаты, время наблюдения (год, месяц, день, часы, минуты).

6.2 Измерение глубины моря

6.2.1 Средства для измерения глубины моря подразделяются на гидроакустические (эхолоты) и на механические (наметка, лот промерный ручной, лот промерный тяжелый).

6.2.2 Основным средством для измерения глубины моря при производстве рейдовых наблюдений является эхолот. Следует снимать показания глубин с навигационного эхолота, устанавливаемого на судах. Если рейдовая станция выполняется с катера или другого маломерного плавсредства, то для измерения глубин следует применять портативный эхолот, обеспечивающий необходимый диапазон и точность определения глубины. На малых глубинах (до 5 м) погрешность измерения должна составлять не более ± 10 см. Современные эхолоты позволяют определять глубины с погрешностью около ± 5 см и менее. Принцип работы эхолотов основан на закономерностях распространения акустического импульса в морской воде и его отражения от поверхностей раздела двух сред. Следует учитывать, что при сильном волнении моря, илистом грунте точность измерения глубины снижается. Для правильного определения глубин с помощью эхолотов следует строго руководствоваться инструкцией по эксплуатации к приборам.

6.2.3 В случае отсутствия или поломки эхолота на плавсредстве допускается измерять глубину механическими СИ.

6.2.3.1 Для измерения глубины не более 5 м применяется наметка. Наметка представляет собой круглый шест длиной 6–7 м и диаметром 5–6 см, окрашенный белилами и разбитый черной краской на дециметровые деления. Четные дециметры обозначаются красными цифрами.

При измерении глубины на мягких грунтах на нижний конец наметки надевается поддон. При измерении глубины наметка опускается строго вертикально. При волнении моря отсчеты производятся в моменты прохождения гребня волны и ее подошвы; глубина определяется как средняя из этих отсчетов.

6.2.3.2 На малых глубинах моря используется ручной лот. Лот состоит из лотлиня и груза пирамидальной или конусообразной формы массой 2–5 кг. В основании лота делается углубление, заполняемое пастой или мылом для получения образцов грунта. Лотлинь прикрепляется к ушку лота. На расстоянии 1–2 м от ушка лота в лотлинь вплетается кусок деревянной палки (клевант), за который держат лотлинь при бросании лота за борт. Лотлинь размечается снизу метровыми делениями, обозначаемыми марками, и двадцатисантиметровыми делениями, обозначаемыми полосками флагдуха (ткани). Точность разметки систематически проверяется. В случае необходимости вводятся поправки при измерении глубины на стоянке судна, где лот свободно опускают на лотлине, и, после того как он ляжет на дно, выбирают втугую в отвесном положении и читают отсчеты по маркам и флагдухам. При измерении глубины на ходу судна становятся в носовой части и бросают лот вперед. Когда лот коснется дна, подбирают слабину и, как только линь примет вертикальное положение, несколько приподнимают лот (ударяя о дно) и производят отсчет глубины.

6.2.3.3 При измерениях глубины моря применяется также тяжелый лот (до 32 кг). Лот прикрепляется к тросу. Трос пропускается через блок-счетчик ручной или электрической лебедки. Для измерения глубины лот опускается за борт. В положении, когда лот коснулся воды, стрелка блок-счетчика ставится на нуль. Затем трос травят. В момент касания лотом дна производят отсчет глубины места по счетчику. При подъеме лота в момент выхода его на поверхность моря производят контрольный отсчет по счетчику; он должен совпадать с первоначальным (нулевым)

отсчетом. Если обнаружатся расхождения и, разность отсчетов будет превосходить требуемую точность, измерение повторяют.

6.2.4 Измеренная глубина моря в месте проведения рейдовой станции и время измерения записывается в журнал наблюдений.

6.3 Измерение температуры воды

6.3.1 Температура воды – одна из наиболее важных характеристик водной массы, определяющая ее теплозапас, влияющая на различные процессы и явления, происходящие в море. Температура и соленость определяют плотность морских вод, а ее распределение влияет на процессы перемешивания вод Мирового океана, формирование морских течений, скорости распространения звука и т.д. Классическим методом измерения является определение температуры воды ртутным термометром. Эти термометры бывают необходимы при калибровке современных автоматических измерителей.

6.3.2 Для измерения температуры в поверхностном слое воды применяется ртутный термометр ТМ-10 в оправе ОТ-51. Термометр имеет шкалу, каждое деление которой равно 0,2 °С. Это позволяет измерять температуру воды с требуемой погрешностью 0,1 °С, согласно РД 52.18.761. На шкале должен быть нанесен заводской номер термометра. На наружной стеклянной трубке термометра имеется номер, присвоенный при заводской поверке. К термометру прилагается свидетельство о поверке с указанием поправок, времени и месте поверки. Использование термометров с просроченным свидетельством не допускается.

6.3.2.1 Оправа состоит из вложенных одна в другую трубок с двумя продольными прорезями. Наружная трубка служит для предохранения термометра от повреждений. При отсчетах температуры эту трубку поворачивают, открывая шкалу. На нижнюю часть внутренней трубки навинчивается стаканчик с отверстиями, через которые при погружении

термометра к резервуару с ртутью поступает вода. Через пробку в верхней части оправы проходит регулировочный винт с резиновой прокладкой. Термометр вставляют в оправу и закрепляют винтом. Резервуар термометра должен находиться около середины высоты стаканчика, а в прорезь трубки должны быть видны деления шкалы от минус 3 °С. Верхняя часть трубки закрывается металлической пробкой, которая укрепляется винтами, крепящими одновременно и скобу, к которой привязывается линь.

6.3.2.2 Для измерения температуры воды поверхностного слоя моря термометр в оправе погружают непосредственно в море. Когда позволяет состояние моря (слабое волнение), поворотом оправы закрывают шкалу и термометр на лине опускают в море, споласкивают и снова погружают так, чтобы верхний конец оправы ушел в воду на 5–10 см. Термометр выдерживают в воде не менее 3 мин, после чего быстро вынимают и делают отсчет температуры.

6.3.2.3 При волнении пробу воды зачерпывают чистым ведром, которое предварительно ополаскивается и выдерживается в море не менее 1 мин, чтобы оно приняло температуру воды. Затем ведро с водой поднимают на борт и ставят в тень. Опустив термометр в ведро, делают им несколько размешивающих движений, вынимают и выливают воду из стаканчика. Затем снова погружают термометр в ведро, помешивают им воду, производя время от времени отсчеты, не вынимая термометра. Когда два следующих друг за другом отсчета дадут одно и то же показание (через 2–3 мин после вторичного опускания термометра в ведро), последний отсчет записывают в наблюдательскую книжку. Измерение температуры следует производить сразу же после забора пробы воды. Ведро с термометром нельзя держать на солнце или на морозе. При работе со льда термометр погружают в лунку так, чтобы верхний конец оправы ушел под воду не менее чем на 5–10 см.

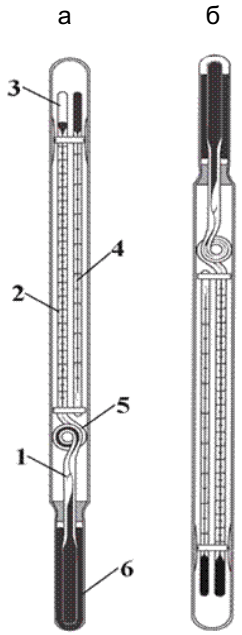
6.3.3 Более точное измерение температуры воды осуществляется

глубоководными термометрами – ТГ. Принцип действия термометра ТГ заключается в том, что после восприятия термометром температуры воды на заданной глубине его опрокидывают. При этом столбик ртути разрывается. Оторвавшийся столбик ртути при прохождении термометром слоев воды с другой температурой ее воспринимает незначительно, показывая с некоторой погрешностью температуру на глубине опрокидывания.

6.3.3.1 ТГ, представленный на рисунке 12 а, состоит из основного поз. 2 и вспомогательного (коррекционного) поз. 4 термометров, заключенных в общую стеклянную оболочку. Габариты ТГ 20×320 мм, масса 320 г. Основной термометр измеряет температуру воды в заданном слое, а вспомогательный служит для измерения температуры внутри стеклянной оболочки; ее необходимо знать, чтобы ввести редукционную поправку на изменение объема оторвавшегося столбика ртути при прохождении термометром слоев воды (и воздуха) с другой температурой.

Вспомогательный термометр смонтирован в перевернутом состоянии относительно основного. Основной термометр состоит из резервуара поз. 6 и капилляра поз. 5. Капилляр имеет сужение, от которого ответвляется глухой отросток поз. 1. При опрокидывании термометра, как показано на рисунке 12 б, отрыв ртути должен происходить в месте ответвления глухого отростка. Это является основным условием правильной работы термометра.

Выше глухого отростка капилляр завернут петлей и значительно расширен. Это служит для приема излишка ртути, который может поступать из резервуара после опрокидывания термометра. Выше петли капиллярная трубка прямолинейна и снабжена шкалой. Цифры градусов на шкале нанесены, начиная от верхнего конца капиллярной трубки, так как отсчеты производятся при перевернутом положении термометра - резервуаром вверх.



а – основное положение, б – в опрокинутом положении;
1 – глухой отросток; 2 – основной термометр; 3 – приемник; 4 – вспомогательный термометр; 5 – капилляр; 6 – резервуар.

Рисунок 12 – Глубоководный термометр ТГ

В верхней части капиллярная трубка имеет приемник поз. 3. Объем приемника и капилляра до точки нуля для каждого конкретного термометра постоянен. Он выражается в пересчете на градусы и обозначается Vol. Его значения наносятся на приемник с задней стороны и указываются в свидетельстве о поверке ТГ. Шкалы основного термометра бывают в разных исполнениях: от минус 2 до (10±2) °С с делениями через 0,05 °С; от минус 2 до (18±3) °С и от минус 2 до плюс (32±4) °С с делениями через 0,1 °С. Вспомогательные термометры имеют шкалы с пределами от минус 20 до (45±5) °С с делениями через 0,5 °С.

6.3.3.2 Исправный ТГ должен отвечать следующим требованиям:

- деления шкалы четкие и расстояние между ними обеспечивают точность отсчета до 0,01°С;

- отрыв ртути при опрокидывании происходит легко и всегда в одном месте у глухого отростка, причем ртуть из отростка выливается вся;

- оторвавшаяся ртуть не разбивается на отдельные части; застревание ртути между сужением и продолжением капиллярной трубки, имеющей шкалу, указывает на неправильный отрыв;

- при опрокидывании ТГ приемником капилляра вверх ртуть плавно сбегает из расширения и соединяется с ртутью, находящейся в резервуаре;

- должно иметься свидетельство о поверке с указанием инструментальных поправок для главного и вспомогательного термометров; поправки для главного термометра даются в сотых долях градуса, а вспомогательного - в десятых. Срок годности свидетельства о поверке для первого года с момента выпуска ТГ – 6 мес., затем после поверки – 1 г.

6.3.3.3 Перед рейдовыми наблюдениями производят проверку ТГ. При этом устанавливают:

- целость основного и вспомогательного термометров и отсутствие трещин в оболочке;

- отсутствие протечки ртути;

- надежность крепления основного и вспомогательного термометров, при встряхивании они не должны шататься и стучать;

- отсутствие в ртути пузырьков воздуха. Это устанавливается тщательным осмотром столбика ртути в лупу;

- происходит ли отрыв столбика ртути при опрокидывании ТГ у глухого отростка капилляра, и полностью ли выливается ртуть из глухого отростка;

- свободно ли стекает ртуть из приемника при возвращении ТГ в исходное положение, без просветов и пузырьков; заполняется ли ртутью глухой отросток, нет ли следов ртути в приемнике;

- дату последней поверки ТГ.

Проверка ТГ производится в помещении с температурой выше 0 °С, но не выше верхнего предела шкалы. ТГ берут только за середину, чтобы температура руки не влияла на температуру ртути в резервуаре.

6.3.3.4 Для исправления ТГ в полевых условиях используются следующие приемы:

- резервуар помещают в теплую воду и нагревают настолько, чтобы часть ртути перешла из капилляра в приемник. Затем держат ТГ в наклонном положении резервуаром вниз и слегка ударяют верхним концом о ладонь левой руки. От этих ударов оставшаяся в приемнике капилляра ртуть присоединяется к ртути в приемнике;

- очень осторожно нагревают на спиртовке тот конец ТГ, где помещается приемник капилляра, до тех пор, пока ртуть из приемника не дойдет до деления минус 2 °С или несколько выше. После этого переворачивают термометр резервуаром вниз, и ртуть легко стекает в резервуар;

- нагревая или охлаждая резервуар термометра, добиваются того, чтобы пузырек воздуха, из-за которого происходит неправильный отрыв ртути, оказался в расширенной спирали капилляра. Затем термометр несколько раз опрокидывают. Если при этом столбик ртути станет непрерывным, то термометр исправен. После этого термометр охлаждается до обычной температуры и проверяется правильность отрыва ртути у глухого отростка капилляра;

- уничтожение разрыва столбика ртути во вспомогательном термометре производят путем очень осторожного нагревания шарика термометра, при потряхивании или легком простукивании в вертикальном положении.

6.3.3.5 ТГ требуют ухода и бережного обращения. При хранении и работе с ними соблюдаются следующие правила:

- при хранении и перевозке их содержат в вертикальном положении, резервуаром вниз, иначе оторвавшийся столбик ртути будет изолирован от общей массы и на нем может образоваться пленочка окиси, у которой и будет всегда происходить отрыв;

- они должны храниться в помещении с температурой выше 0 °С, но не превышающей верхних пределов их шкал;

- для хранения термометров применяются специальные ящики с гнездами;

- использование термометров с просроченным свидетельством о поверке не допускается.

6.3.3.6 ТГ опускаются обычно в гильзах при батометрах или отдельно на специальных рамах РОТ-48. Рама состоит из двух гильз, соединенных между собой, зажимного и спускового устройств. Гильза имеет прорези с обеих сторон и ряд отверстий на одном конце, приходящихся против резервуара главного термометра. Чтобы термометры не соприкасались с донышками и стенками гильзы, в нее вставляются мягкие прокладки. Термометр вставляется в гильзу так, чтобы он не перемещался и не вращался. При этом открытыми оставляются сужение с отростком, расширение капилляра с обозначением Vol и шкалы термометра. Зажимное устройство расположено в нижней части рамы и служит для крепления ее к тросу. Спусковое устройство в верхней части рамы служит для отсоединения верхней части рамы от троса в момент удара посыльного груза и ее опрокидывания.

6.3.3.7 Пары ТГ, закрепленных в рамах, которые жестко крепятся сбоку к батометрам, погружаются на тросе на заданный горизонт. Термометры подбираются так, чтобы Vol обоих термометров были близки (расхождение больше 10 °С не рекомендуется). Термометры выдерживают на заданной глубине не менее 5–7 мин (время их инерции), считая с момента установки на горизонте последней пары. В наблюдательской книжке записывают это время для каждой серии наблюдений отдельно.

По истечении 7 мин по тросу спускают посыльный груз и, не отнимая руки от троса, по ощущаемым ударам убеждаются, что посыльные грузы сработали, и рамы с термометрами, прикрепленные к батометрам, перевернулись. После этого рекомендуется дернуть трос рукой для того, чтобы гарантировать полный поворот батометров и отрыв ртути в термометрах.

6.3.3.8 После подъема приборов производят первый контрольный отсчет. Первый отсчет делают быстро, не снимая батометра с рамой с троса. Необходимо следить, чтобы конец столбика ртути находился на уровне глаза наблюдателя. Этот отсчет служит для контроля правильности показаний термометров. При первом отсчете протирают термометры и производят через лупу (лупу Нансена) отсчеты сначала по левому вспомогательному и левому главному, затем по правому вспомогательному и правому главному термометрам. При этом следует сначала невооруженным глазом заметить конец столбика ртути, а затем, приложив лупу, произвести отсчет вспомогательного термометра с точностью до 0,1 °С и главного – до 0,01 °С. Сначала отсчитываются сотые и десятые доли, а затем целые градусы. После первого отсчета батометр снимают и устанавливают в стойку. Вторые отсчеты производят не раньше чем через 5 мин после поднятия батометров, чтобы оторвавшийся столбик ртути главного и столбик ртути вспомогательного термометров приняли температуру воздуха. Второй отсчет производится тем же порядком, что и первый, и считается окончательным. Окончательные отсчеты записываются в наблюдательскую книжку простым карандашом: сначала записывается номер левого термометра, затем отсчеты вспомогательного и главного термометров. В том же порядке производится запись по правому термометру.

6.3.3.9 В окончательные отсчеты вводятся инструментальные и редукционные поправки. Если исправленные отсчеты двух термометров не отличаются больше чем на 0,05 °С, среднее арифметическое из них

принимается за температуру воды на горизонте. Если вторые отсчеты отличаются больше чем на 0,05 °С, инструментальные и редукционные поправки вводят и в первые отсчеты. Путем сравнения первых и вторых отсчетов выявляют менее надежные показания одного из них и не учитывают их. За принятую температуру берут исправленный второй отсчет одного, более надежного термометра. При сомнительных отсчетах наблюдения повторяют.

6.3.4 Значение измеренной температуры (окончательный отсчет) на заданной глубине записывается в журнал наблюдений.

6.4 Измерение параметров морской среды CTD-зондами

6.4.1 CTD-зонд – это комплексная измерительная система, одновременно измеряющая, как минимум, три основных параметра – температуру, электропроводность и давление воды. Современные CTD-зонды (далее – зонд) позволяют измерять на различных глубинах температуру, электропроводность, давление, уровень моря, параметры волнения, скорость и направление течений, мутность, многие гидрохимические и гидробиологические показатели (при установке соответствующих датчиков). Они могут устанавливаться на буйковые и донные станции и работать долгое время в автономном режиме, накапливая информацию в памяти.

При работе с борта судна к зонду может быть прикреплена кассета с батометрами, срабатывающими на устанавливаемых оператором глубинах – розетта. Это позволяет сразу отбирать пробы воды для гидрохимического анализа с любой глубины.

6.4.1.1 Измерение температуры производится термистором – датчиком температуры, установленном на зонде. Важной характеристикой термистора является его инерционность. Именно от этой величины зависит точность воспроизведения вертикального профиля температуры и

солености (особенно в зоне сезонного термоклина). Чем больше инерционность, тем с меньшей скоростью приходится производить зондирование. Для зондов первого класса точности, где применяются наиболее точные термисторы с низкой инерционностью (0,1 с), скорость зондирования может составлять 1–2 м/с. Для зондов с инерционностью термистора 1 с скорость зондирования не должна превышать 0,1–0,3 м/с.

6.4.1.2 Электропроводность определяется при прохождении морской воды через ячейку индуктивности (при возбуждении индуктивных токов в ячейке). При этом вода либо протекает сквозь ячейку под действием насоса, обеспечивающего равномерный поток жидкости, либо протекает свободно.

6.4.1.3 Давление измеряется кварцевым либо тензометрическим датчиком. В кварцевых датчиках используется пьезо-эффект. Под воздействием давления мембрана деформируется, соответственно, частота колебаний пьезо-элемента изменяется пропорционально деформации. В тензометрических датчиках используется способ преобразования давления морской воды в пропорциональное изменение электрического сопротивления.

6.4.1.4 Мутность морской воды определяется турбидиметрами (мутномерами) путем оценки степени рассеяния излученного света частицами, находящимися в воде во взвешенном состоянии.

6.4.1.5 Скорость течения определяется с помощью акустических доплеровских измерителей по частотному сдвигу акустического сигнала. Направление течений определяется магнитным компасом. Передача данных производится, как правило, через интерфейс типа RS232 (RS232C).

6.4.2 Для работы на рейдовых станциях для измерения температуры, электропроводности воды и глубины можно использовать мини-зонд CTD-2, разработанный и выпускаемый НПО «Тайфун», представленный на рисунке 13. Он предназначен для использования в морской и рас-

пресненной воде при исследованиях гидрологических режимов водоемов, устьев рек, прибрежной зоны морей и океанов.

Рисунок 13 – Минизонд CTD-2

Технические характеристики мини-зонда CTD-2:

1) диапазон измерений:

- температура, °С. . . . . от минус 5 до 40;

- удельная электрическая проводимость, См/м. . . . . 0,1 – 6,5;

- давление (глубина), кПа (м) . . . . . 5 – 2500 (0,5–250);

2) погрешность:

- температура, °С . . . . . .±0,05(0,03);

- удельная электрическая проводимость, См/м . . . . . ±0,005;

- давление (глубина), %. . . . . ± 0,2;

3) габаритные размеры мини-зонда, мм. . . . . .160×660;

4) масса мини – зонда, кг. . . . . 6.

CTD-2 в режиме эксплуатации обеспечивает:

- непрерывное измерение параметров на глубинах до 250 м в режиме реального времени (кабельный вариант);

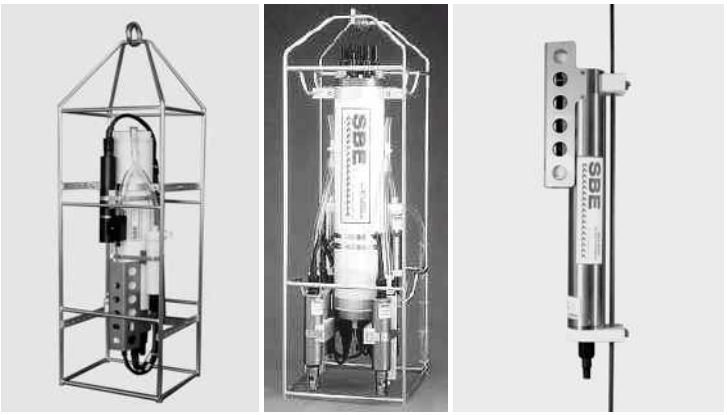
- зондирование на грузовом тросе с записью данных в память (автономное энергопитание) на глубинах до 250 м в течение 8 ч с последующим считыванием и обработкой данных.

При производстве рейдовых наблюдений на небольших глубинах рекомендуется использовать комплекс гидрологический ГРС-3М, позволяющий проводить измерения скорости и направления течения водного потока, температуры, гидростатического давления и удельной электрической проводимости воды. При работе с комплексом ГРС-3М следует строго следовать руководству по эксплуатации [3].

6.4.3 На рейдовых станциях могут применяться зондирующие комплексы иностранного производства, обладающие высокими метрологическими характеристиками и позволяющие получать качественную информацию о вертикальном распределении термохалинных и гидрохимических характеристик морской среды. К ним относятся зондирующие комплексы SBE 9plus CTD и SBE 19plus SeaCat производства компании SeaBird Electronics (США). Их общий вид представлен на рисунке 14.

6.4.3.1 Согласно принятой классификации океанологических приборов, представленной в таблице 6.1, зондирующие комплексы SBE 9plus CTD и SBE 19plus SeaCat по характеристикам установленных на них датчиков (см. таблицу 6.2) относятся к высшему классу точности измерения.

а б в



а – SBE 19plus SeaCat; б – SBE 9plus CTD;

в – SBE 37-SM MicroCAT.

Рисунок 14 – Зондирующие комплексы фирмы SBE

Т а б л и ц а 6.1 – Классификация океанологических приборов по точности установленных на них датчиков

Уровень требований (класс)	Погрешность измерения			Максимальная глубина, м
	температура, °С	электропроводность, мСм/см	давление, мПа 10^2	
WOCE	0,002	0,001–0,003	3	6000
Высший (1)	0,002–0,005	0,003–0,005	0,42–1,5	3000
Средний (2)	0,005–0,01	0,005–0,01	1–2	2000
Минимальный (3)	0,01–0,05	0,01–0,04	2–3	1000
Ненормированный (4)	0,1-0,2	0,5–1,0	3	30-200

Т а б л и ц а 6.2 – Характеристики зондирующих комплексов

Параметр	Единица измерения	Зондирующий комплекс		
		SBE 19plus	SBE 37SM	SBE 9plus
Диапазон измерения				
Температура Электропроводность Давление (глубина)	°С См/м м	От минус 5 до 35 От 0 до 9 От 0 до 7000	От минус 5 до 30 От 0 до 7 От 0 до 7000	От минус 5 до 35 От 0 до 7 От 0 до10500
Точность				
Температура Электропроводность Давление	°С См/м %	±0,005 0,0005 0,1	±0,002 0,0003 0,1	±0,001 0,0003 0,1
Разрешение				
Температура Электропроводность Давление	°С См/м %	0,001 0,00005 0,002	0,0001 0,00001 0,002	0,002 0,00004 0,001
Стабильность				
Температура Электропроводность Давление	°С/мес. (См/м)/мес. % / г.	0,0002 0,0003 0,004	0,0002 0,0003 0,05	0,0002 0,0003 0,018
Частота измерения, количество каналов				
Частота Количество каналов	Гц шт.	1-4 3	0,17-0,046 1	24 5
Вес на воздухе/ в воде (глубина погружения)				
Пластик Алюминий Титан	кгс/кгс (м) кгс/кгс (м) кгс/кгс (м)	7,3/2,3 (600) - 13,7/8,6 (6800)	2,7/1,2 (250) - 3,8/2,3 (6800)	- 25/16 (6800) 29/20 (10500)
Размер (размер в раме)				
Диаметр Высота Ширина	мм мм мм	99 (1219) 808 (241) (249)	67 564 -	(950) (330) (305)

6.4.3.2 SBE 37-SM MicroCAT, изображенный на рисунке 14в, представляет собой высокоточный регистратор электропроводности и температуры с внутренней батареей питания и памятью, содержит стандартный последовательный интерфейс RS-232, спроектирован для постановки на АБС, АГДС, ПАБС.

Конструкция SBE 37-SM MicroCAT выполнена из титана и других некорродирующих материалов, гарантирующих долгий срок службы при минимальном техническом обслуживании, на глубинах до 7000 м. Имеется разновидность SBE 37-SM с пластиковым корпусом, эксплуатируемая на глубинах до 250 м. Калибровочные коэффициенты хранятся во внутренней памяти. Они используются для перевода данных измерения

в стандартизованные единицы. Данные об электропроводности, температуре и давлении (при наличии опционального датчика давления) могут быть дополнены, по выбору пользователя, данными по солености и скорости звука.

6.4.3.3 Выбираемые пользователем режимы работы включают:

- автономный сбор данных – проведение замеров по предварительно запрограммированным интервалам от 6 с до 6 ч. Сбор данных по запросу позволяет делать замер и передачу данных по команде из компьютера, со спутника, радио или проводного телеметрического оборудования;

- сбор данных, синхронизируемый по последовательной линии, позволяет запускать процесс замера и передачи данных по последовательной линии связи.

6.4.4 Хорошими метрологическими характеристиками, малыми размерами и сравнительно низкой ценой обладают CTD-зонды немецкого производителя "Sea & Sun Technology GmbH" CTD 48 и CTD 48 M (представлен на рисунке 15).

Рисунок 15 – CTD 48 M

6.4.4.1 Это высокопрецизионный 4-х канальный зонд для океанографических измерений температуры, гидростатического давления и удельной электрической проводимости морской воды и одного дополнительного параметра до глубины 2000 м. Последовательные измерения позволяют описать профиль (изменение с глубиной) измеряемых параметров.

6.4.4.2 Принцип действия канала измерения температуры основан на преобразовании электрического сигнала, поступающего в электронный блок от первичного преобразователя, сопротивление которого изменяется пропорционально измеряемой температуре.

Принцип действия канала измерения электропроводности основан на измерении сопротивления между электродами в первичном преобразователе (кондуктометрическом датчике).

Принцип действия канала измерения гидростатического давления основан на изменении электрического сопротивления чувствительного элемента датчика под действием механического давления.

6.4.4.3 Корпус имеет форму трубы с внешним диаметром 48 мм, длиной 45 см. Корпус зонда изготавливается из титанового сплава Titan grade 2 для глубины до 2000 м или Titan grade 5 для глубины до 6000 м и более. Для повышения точности измерений зонды оснащаются датчиками давления с диапазонами, соответствующими максимальным глубинам проводимых исследований. Датчики серии 7 выдерживают до 20 МПа, датчики серии 8 до 100 МПа.

6.4.4.4 Зонды CTD 48 имеют следующие модификации:

- CTD 48 - онлайн зонд;

- CTD 48 M - автономный и онлайн зонд с картой памяти 8 Мбайт;

- CTD 48 Mc - автономный и онлайн зонд с выводом расчетных физических величин с картой памяти 128 Мб.

6.4.4.5 Поставляемое программное обеспечение Standard Data Acquisition “SST-SDA” обеспечивает конфигурирование автономных ре-

жимов зонда, вывод физических величин в режиме онлайн или в режиме воспроизведения записанных данных с помощью графического пользовательского интерфейса.

6.4.4.6 Зонд обеспечивает точность измерений температуры ±0,005 °С в диапазоне от минус 2 до плюс 36°С, удельной электрической проводимости ±0,05% в диапазоне от 0,6 до 6,5 См/м; пределы допускаемой приведенной (к диапазону) погрешности измерений гидростатического давления ±0,1 %.

6.4.5 При подготовке зондирующих комплексов к измерениям обязательными элементами являются их тестирование на работоспособность, проверка запаса питания и объема свободной памяти, герметичность закрытия. Особое внимание должно уделяться качеству герметизации автономных гидрологических приборов, которые устанавливаются на донные и буйковые станции на длительное время.

Руководство по эксплуатации зонда CTD 48 M приведено на сайте ФГБУ «ГОИН» в разделе «Методическая работа».

6.5 Измерение скорости и направления морских течений

6.5.1 Методы измерения течений

6.5.1.1 При проведении наблюдений за течениями применяются различные приборы для измерения характеристик водного потока. Приборы, измеряющие скорость и направление морских течений, по своим конструктивным особенностям и физическим принципам измерения разделяются на акустические, вертушечные, визуальные (поплавочный метод), электромагнитные, термогидрометрические. При проведении рейдовых наблюдений, в основном, применяются акустический, вертушечный и поплавочный методы измерений.

6.5.1.2 Суть акустического метода основана на подаче короткого ультразвукового сигнала фиксированной частоты в воду. Отражатели (частицы), имеющиеся в воде, возвращают сигнал к датчику измерителя. Отраженный импульс имеет сдвиг в частоте, пропорциональный скорости потока. Иными словами, регистрируется сдвиг частоты акустических колебаний за счет различных неоднородностей среды, или доплеровский эффект.

Данный метод реализован в приборах ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), в русском переводе обозначается как акустический доплеровский профилограф течений (АДПТ).

6.5.1.3 Вертушечный метод основан на подсчете и регистрации числа оборотов лопастного винта или ротора. Приборы, принцип действия которых основан на этом методе, наиболее распространены и являются эталонными для проведения гидрометеорологических работ. К таким приборам относят гидрометрические вертушки. При проведении измерения скорости регистрируется общее количество оборотов ротора, и учитывается длительность проведения этого измерения. Скорость течения определяют по специальному тарировочному графику по числу

оборотов в секунду. При помощи гидрометрических вертушек определяют местную скорость течения в отдельных точках потока или среднюю поверхностную скорость потока. Для рейдовых наблюдений применяется вертушка морская модернизированная (ВММ). С ее помощью можно измерять скорость и направление течений на любых глубинах. Порог чувствительности, при включенном счетчике с металлической лопастью – 4 см/с, с пластмассовой – 2 см/с. Предел измерения скорости течений – 400 см/с. Измерение направления течения производятся ВММ с точностью ±10°.

6.5.1.4 Поплавочный метод основан на регистрации скорости плывущего тела. Для этого метода применяются глубинные поплавки, поплавки-интеграторы, а так же гидрометрические штанги и шесты.

Для измерения скорости течений применяются различные поплавки, которые запускают как на поверхности потока, так и на требуемой глубине. При этом скорость течения равняется скорости движения поплавка. Скорость движения поплавка определяют в зависимости от времени, за которое поплавок проходит определенное расстояние. Однако при поплавочных измерениях значение скорости течения получается осредненным для участка потока по траектории движения поплавка. Существенными недостатками данного метода является невозможность определения характеристик течения:

- при условии появления морского льда;
- при ветре более 6 м/с;
- при волнении более 3 баллов.

6.5.1.5 В журнал наблюдений заносят скорость и направление течения на установленной глубине, с указанием метода определения.

6.5.2 Акустические методы измерения течений. АДПТ-измерители

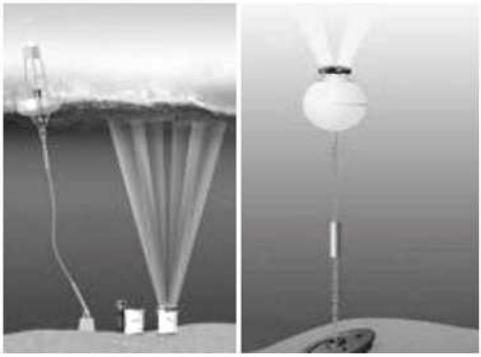
6.5.2.1 АДПТ-измеритель представляет собой современный акустический прибор, измеряющий и записывающий результаты измерений профиля течений в значительном диапазоне глубин. Формируемый прибором ультразвуковой сигнал делит водный столб по вертикали на множество дискретных сегментов, называемых «ячейками глубины». Для получения вертикальной эпюры (профиля) скоростей отраженный импульс обрабатывается для каждой «ячейки глубины». Отраженный сигнал оцифровывается с помощью программного обеспечения в массив точек. На основании полученных данных вычисляются различные характеристики водного потока в локальной точке и по всей глубине. АДПТ-измеритель испускает звуковой сигнал в толщу воды. Взвешенные частицы, переносимые потоком, создают отраженный сигнал, который в свою очередь, принимается прибором. Эхо приходит позднее от глубинных слоев воды, что позволяет обрабатывать сигнал последовательно из разных точек профиля. Данная процедура позволяет АДПТ-измерителю сформировать трехмерное поле течений. Он испускает звук из четырех излучателей в отдельные точки пространства. Частицы, переносимые потоком под некоторым углом к испускаемому звуковому лучу, рассеивают звук обратно к прибору, но уже с несколько другой частотой звуковой волны. Определение этого доплеровского сдвига позволяет рассчитать скорость и направление распространения объектов.

6.5.2.2 На рисунке 16 изображены АДПТ-измерители фирмы Teledyne RD. Они представляют собой цилиндрические корпуса из прочного пластикового материала, в которых размещена электронная часть и батарея питания для автономной работы АДПТ-измерителя. Четыре акустических излучателя представляют собой отдельный блок в виде герметизирующей крышки, закрывающей цилиндрический корпус.

Рисунок 16 – Общий вид АДПТ-измерителей фирмы Teledyne RD

6.5.2.3 Существует два способа установки АДПТ-измерителя. Излучателями вниз – при такой установке он будет производить измерения от поверхности до определенной глубины. Излучателями вверх – ставят либо на дно, где он измеряет течения от дна до поверхности (см. рисунок 17а), либо подвешивают на ПАБС, чтобы измерять поверхностные течения (см. рисунок 17б). Если АДПТ-измеритель направлен вверх, то можно измерять и скорость движения льда.

а б



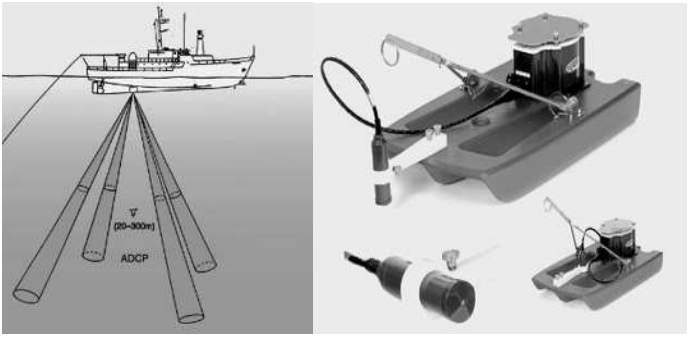
а – АДПТ-измеритель, установленный на дне; б – АДПТ-измеритель, установленный на ПАБС.

Рисунок 17 – Схемы установки АДПТ-измерителей

6.5.2.4 АДПТ-измеритель может быть встроен в корпус используемого плавсредства для измерения течений на ходу или на якоре, как показано на рисунке 18а. АДПТ-измеритель посылает и принимает несколько акустических импульсов в секунду. Встроенный компьютер обрабатывает принятый сигнал и выводит характеристики течений в столбе воды в реальном времени. Таким образом, специалисты могут наблюдать изменяющуюся структуру течений либо на ходу плавсредства, либо при его стоянке на якоре.

АДПТ-измерители могут устанавливаться на буксируемой платформе (см. рисунок 18б).

а б



а – АДПТ, базирующийся на судне; б – АДПТ на буксируемой платформе.

Рисунок 18 – АДПТ-измерители, установленные на различных плавсредствах

6.5.2.5 В состав АДПТ входят:

- измерительный датчик;

- электронный блок управления, включающий Bluetooth-интерфейс для связи с внешними устройствами;

- отсек автономного электропитания;

- программно-математическое обеспечение для обработки результатов измерений.

6.5.2.6 В корпусе измерительного датчика размещен ультразвуковой четырёхлучевой излучатель и приёмник отражённого сигнала. Электронный блок и измерительный датчик установлены на плавсредство (плотик) для сканирования исследуемых водных объектов. Ультразвуковой сигнал, отражаясь от измеряемой поверхности, фиксируется датчиком и оцифровывается с помощью программного обеспечения в массив точек. На основании полученных данных по задержке отражённого сигнала вычисляется глубина в локальной точке и по результатам математического анализа строится профиль исследуемой донной поверхности.

6.5.2.7 Поддержка работы акустического доплеровского профилографа осуществляется программным обеспечением Stream Pro, которое позволяет проводить комплекс работ по настройке и самокалибровке прибора, сканированию исследуемой поверхности и передаче данных во внешние устройства.

6.5.2.8 В состав программного обеспечения Stream Pro входят также программы RDI Tools и Win River II, способные импортировать данные с различных измерительных систем и производить построение полигональных и сложных криволинейных профильных поверхностей, пригодных для различных инженерных приложений.

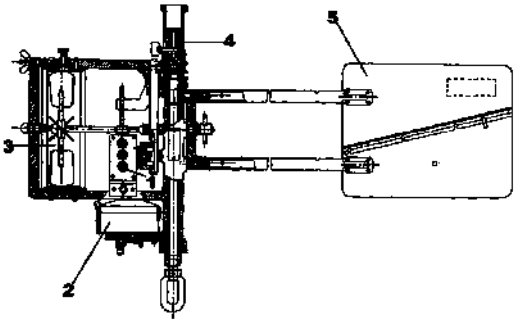
6.5.2.9 При работе с АДПТ-измерителями, их установке и снятии, обработке полученной информации следует строго следовать инструкциям по эксплуатации завода-изготовителя. Обработка данных производится на персональных компьютерах с помощью программного обеспечения, поставляемого с приборами. Руководство по эксплуатации и обработке данных типового профилографа RDCP 600 приведено на сайте ФГБУ «ГОИН» в разделе «Методическая работа».

6.5.3 Вертушечный метод. Измерение течений ВММ

6.5.3.1 Измерения течений на рейдовых станциях производятся с допустимой погрешностью при соблюдении следующих условий: обеспечение неподвижности плавсредства и исключение искажающего влияния корпуса на течение. Плавсредство, стоящее на якоре, все время находится в движении, что искажает показания измерителей. Не рекомендуется производить наблюдения над течениями в верхнем слое моря с плавсредства при волнении моря свыше 4 баллов и при его значительных горизонтальных перемещениях. Для получения достоверных данных о скорости и направления течения на всех измеряемых глубинах необходимо дополнительно заякоривать плавсредство с кормы.

Для исключения влияния железного корпуса плавсредства на показания направления течений рекомендуется проводить измерения, начиная с глубин, равных его утроенной осадке. В поверхностном слое моря вместо ВММ применяются двойные привязные или свободно плавающие поплавки, либо современные измерители течений, в которых в качестве компаса устанавливают чипы-гирокомпасы.

6.5.3.2 Устройство ВММ представлено на рисунке 19.



1 – счетчик оборотов винта; 2 – фиксатор направления течения;
3 – лопастной винт; 4 – пусковой и замыкающий механизмы; 5 – руль.

Рисунок 19 – Устройство ВММ

Все части ВММ укреплены на раме, свободно вращающейся вокруг вертикальной оси. В нижней части оси имеется ушко для подвешивания груза, а в верхней части подвесное приспособление. Для защиты винта от механических повреждений служит защитное кольцо. Счетчик оборотов винта представляет собой коробку с тремя сцепленными шестернями. На осях шестерен надеты стрелки для отсчета десятков, сотен и тысяч оборотов. Перед измерениями механизм счетчика отсоединен от червяка лопастного винта.

6.5.3.3 Ударом первого посыльного груза червяк соединяется со счетчиком оборотов винта, а ударом второго – отсоединяется. Число оборотов лопастного винта отсчитывается за время между ударами грузов. Фиксатор направления течения состоит из трубочки, в которую вкладываются бронзовые шарики (20–23 шт.), диска с тремя выемками по окружности, сидящего на оси верхней шестерни счетчика, и компасной коробки с откидывающейся крышкой, в центре которой сделано отверстие. Высокими перегородками коробка внутри разделена на 36 секторов, перенумерованных от 0 до 35 десятков градусов. На шпильке в центре коробки вращается магнитная стрелка с желобом вдоль северного конца. При вращении диска шарики из трубочки через каждые 1/3 оборота попадают в выемки диска и через отверстие – в желоб магнитной стрелки и в один из секторов компасной коробки.

Так как магнитная стрелка сохраняет постоянное направление север – юг, а весь прибор вращается вокруг оси и всегда устанавливается против течения, угол, образуемый магнитной стрелкой и нулевым сектором коробки, равен азимуту направления течения. Размещение шариков в секторах указывает, куда направлено течение. Каждый прибор сопровождается набором запасных частей, инструментов и тарировочным свидетельством (сертификатом).

6.5.3.4 ВММ может измерять скорость и направление течений на любых глубинах. Порог чувствительности при включенном счетчике с

металлической лопастью 0,04 м/с, с облегченной лопастью – 0,02 м/с. Предел измерения скорости течений – до 4 м/с, габариты 175×420×775 мм, масса 7,5 кг.

6.5.3.3 Поверка ВММ производится в службе поверки не реже одного раза в год. Поверка проводится согласно Р 52.08.665. Результаты поверки оформляют протоколом. Если средство измерения признано пригодным к эксплуатации, то выдается свидетельство о поверке, если результаты поверки ВММ отрицательны, то составляется и выдается «Извещение о непригодности к применению средства измерения». В таком случае ВММ подлежит ремонту и повторному проведению поверки.

6.5.4 Поплавочный метод определения течений. Двойные привязные поплавки

6.5.4.1 Двойные привязные поплавки (далее – поплавки) состоят из двух цилиндрических сосудов диаметром 20–30 см и высотой 40–50 см. На верхний сосуд наваривается конус с горлышком, закрывающимся пробкой. Коническая часть для лучшей видимости окрашивается яркой краской, а в пробку вставляется флажок. При работе в темное время суток флажок заменяется лампочкой, работающей от батарейки. Можно также освещать поплавок судовым прожектором. Верхний и нижний поплавки соединяются тросом, длина которого делается равной глубине, на которой измеряется течение, но не более 10 м. К верхнему поплавку прикрепляется маркированный через 10 м линь длиной до 200 м. На расстоянии 1–1,5 длины корпуса плавсредства на линь накладывается первая (нулевая) крупная марка, вторую и третью крупные марки накладывают на расстоянии 60 и 180 м от первой.

Перед наблюдениями поплавки уравновешивают. Для этого нижний сосуд загружают балластом так, чтобы при погружении в воду верхний поплавок погружался до основания конуса. Скорость течения опре-

деляется длиной линя, вытравленного за поплавком за определенный промежуток времени со стоящего на якоре плавсредства, а направление – пеленгованием верхнего поплавка с помощью компаса.

6.5.4.2 Для измерения течения уравновешенная пара поплавков опускается за борт и предоставляется действию течения. Линь травится без задержки поплавков, но и без излишней слабины. В момент выхода за борт первой большой марки (нулевой марки) пускают секундомер. Через 5–10 мин (при слабых течениях дольше) быстро выбирают слабину линя, замечают с точностью до 10 см марку линя у борта и останавливают секундомер. Одновременно с этим берут пеленг на поплавок по компасу с точностью до 1°.

6.5.4.3 Для измерения глубинного течения применяют одновременно две пары поплавков: первая пара с разносом сосудов 1 м служит для определения скорости и направления поверхностного течения, вторая пара с разносом сосудов до 10 м – для определения геометрической полусуммы поверхностного и глубинного течений. За каждой парой поплавков, как правило, следит специальный наблюдатель. Опустив поплавки, позволяют им свободно плыть, пока за борт не выйдет первая большая марка одного из линей. Задержав этот линь, ожидают выхода за борт первой марки второго линя, включают в этот момент секундомер и травят свободно оба линя. Через определенное время по команде «стоп» быстро выбирают слабину линей, отмечают их марки у борта и выключают секундомер. Одновременно берутся пеленги на оба поплавка с точностью 1°. В начале и в конце измерений определяются скорость и направление ветра. Привязные поплавки применяются при скорости ветра не более 6 м/с и волнении моря до 3 баллов.

6.6 Отбор проб воды на рейдовой станции. Батометры

6.6.1 На рейдовых станциях с различных глубин берутся пробы на химический анализ морской воды и определение массовой концентраций загрязняющих веществ. Основным требованием является отбор пробы точно с заданного горизонта, предохранение ее от перемешивания с водой других слоев, от испарения и химического взаимодействия с прибором, которым отбирают пробу.

6.6.1.1 Особые требования предъявляются к отбору проб на химические загрязнения с поверхности моря:

- пробы следует брать с носовой части плавсредства;

- не допускается без специального задания брать пробы в пятнах нефти.

По специальным заданиям отбираются пленочные пробы, с самой поверхности моря, специальной аппаратурой, и пробы поверхностного слоя, с помощью ведра или специальной бутыли.

6.6.1.2 Объем пробы для определения солености воды, концентрации кислорода должен быть не менее 300 $см^3$.

Для производства стандартных гидрохимических определений объем пробы должен быть не менее 1 $дм^3$.

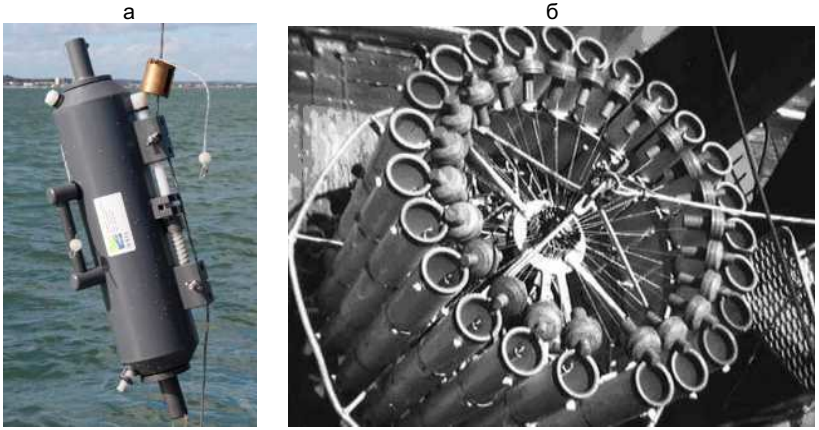
Для определения загрязняющих веществ 7–10 $дм^3$.

6.6.1.3 Для отбора проб воды из поверхностного слоя моря может служить обыкновенное эмалированное чистое ведро, опускаемое за борт на лине. Это ведро для других целей использовать не следует. Ведро предварительно ополаскивается забортной водой. После этого отбирается проба и разливается в специальные склянки, которые также предварительно два–три раза ополаскиваются исследуемой водой. В зимнее время ведро с пробой воды вносят в теплое помещение, где и наполняют склянки.

6.6.1.4 Особые предосторожности должны соблюдаться при отборе проб на нефтепродукты. Все средства отбора должны быть соответствующим образом подготовлены: промыты гексаном и высушены. Хранить их после этой процедуры следует в чистых полиэтиленовых мешках, предварительно завернутыми в бумагу. Трос (линь), к которому прикрепляют устройства, не должен быть загрязнен каким-либо посторонним нефтепродуктом. Особенности пробоотбора изложены в РД 52.10.243.

6.6.2 Для отбора проб воды с различных глубин моря служат батометры, представляющие собой сосуды разных объемов с клапанами или кранами, закрывающимися под водой на заданной глубине. Примером могут быть клапанные батометры Нискина, изображенный на рисунке 20а, которым для срабатывания не нужно переворачиваться (в отличие от старых моделей типа барометра Нансена). Существенную экономию времени забортных работ дает использование розетты, в которой батометры (от 12 до 24 шт.) собираются в единый комплекс, снабженный пусковым устройством, розетта представлена на рисунке 20б.

а б



а – одиночный батометр Нискина; б – розетта.

Рисунок 20 – Батометр и розетта.

6.6.2.1 В специальную оправу на корпусе батометра могут быть помещены глубоководные термометры, которые одновременно со снятием проб позволяют фиксировать температуру воды на этом же горизонте.

6.6.2.2 Батометры Нискина погружаются в воду в открытом виде. Крышки прибора находятся в открытом состоянии, свободно пропуская столб жидкости через колбу батометра. Батометры присоединяются к тросу по одному или сериями друг за другом при отборе проб на разных глубинах. Необходимо надежно прикрепить опускаемый батометр к тросу с помощью двух боковых зажимов, зафиксировать его положение на заданном горизонте, проверить на закрытие клапаны для выпуска воды. Если прикрепляется второй и последующие батометры (при работе в серии) то следует подвесить посыльные грузики к каждому батометру (кроме нижнего).

6.6.2.3 После опускания батометров на заданные горизонты надо прикрепить посыльный грузик к тросу и с силой толкнуть его вниз. Посланный груз последовательно приводит в действие механизмы батометров. Крышки батометров с силой захлопываются под воздействием стягивающей силы латексной тяги. После закрытия клапанов батометров и их срабатывания, что определяется по характерному удару, передающемуся по тросу, необходимо поднять батометры и осуществить последовательный отбор проб воды путем открытия клапанов (нижнего и верхнего) слива воды. На рисунке 20а показан батометр с отобранной пробой после его поднятия на борт судна, в верхней части виден посыльный грузик, приведший к закрытию клапанов.

6.6.2.4 Приемы и последовательность работы с батометрами Нискина, как правило, изображены на корпусе самих батометров.

В Таблице 6.3 приведены размеры и вес батометров Нискина различного объема.

Т а б л и ц а 6.3 – Размеры и вес батометров, модель 1010 Niskin.

Параметры	Объем батометра, л								
	1,2	1,7	2,5	5	8	10	12	20	30
Максимальная длина, мм	762	633	851	692	895	1060	1216	905	1178
Максимальный диаметр, мм	176	204	204	257	257	257	257	338	338
Вес пустого батометра, кг	2,0	2,5	3,0	3,6	4,5	5,7	6,1	11,4	12,7

6.6.2.5 Модель Niskin Clear Water Sampler, изображенная на рисунке 21, представляет собой батометр для забора проб воды с целью изучения биологических компонентов воды. Для этой цели батометр сделан из прозрачного кристаллического поликарбоната (пропускание света до 89-90 %). Объем: 1,7 л (вес 2,5 кг; длина 64 см) или 2,5 л (вес 2,95 кг; длина 86 см). Для открытия клапанов доступа воды в батометр используется контроллер модели *1000 MG*, принимающий через кабель сигнал к активации и открывающий клапан.

Рисунок 21 – Модель Clear Water Sampler

Для забора проб воды больших объемов может использоваться батометр модели 1080 GO-FLO, представленный на рисунке 22; особенность его конструкции позволяет осуществлять забор воды объемом до 100 л.

Рисунок 22 – Модель 1080 GO-FLO.

6.6.2.6 Батометр БМ-48 (батометр Нансена) – один из традиционных отечественных батометров, в течение многих лет используемых в практике морских экспедиционных наблюдений. Батометр изображен на рисунке 23 (в трех положениях), представляет собой цилиндр длиной 65 см, емкостью 1 дм^3. На обоих концах цилиндра расположены крановые затворы. К расширенным концам обоих кранов прикреплены два параллельных рычага, посредством которых краны открываются и закрываются. Спусковой механизм, находящийся у верхнего конца батометра, состоит из курка, скрепляющего верхний конец батометра с тросом, и ударного рычага выключателя. Курок закрепляется в нужном положении при помощи пружины. Под действием посыльного груза выключатель отодвигает курок, вследствие чего верхний конец батометра отделяется от троса и батометр опрокидывается вокруг нижнего конца. При этом автоматически закрываются оба крана. Вместе с батометром опрокидываются и глубоководные термометры, заключенные в гильзы и прикрепленные к батометру. На верхнем конце батометра имеется небольшой кран для выливания пробы воды, а на другом конце вентиль, который при выливании воды должен быть открыт.

При опрокидывании батометра БМ-48 посыльный груз скользит по тросу ниже и освобождает второй посыльный груз. Этот груз идет по тросу и, дойдя до следующего батометра, заставляет его опрокинуться.

а б в

а – батометр во время выдержки на горизонте в заряженном состоянии;
б – в момент удара посыльного груза; в – в перевернутом положении.

Рисунок 23 – Батометр БМ-48 в различных положениях

6.6.2.7 Батометрические секции (модели SBE) представляют собой металлическую конструкцию с размещенными на ней измерителями (CTD-зонды, гидрофизические, гидрохимические датчики, измерители скорости течения), а также емкости для отбора проб воды на разных глубинах, с соответствующими запускающими устройствами. Батометрическая секция может работать в автономном режиме, при этом:

- данные записываются в память CTD-зонда;

- интервал забора проб воды контролируется с помощью специального устройства, находящегося на борту зонда и запрограммированного перед зондированием, а также в режиме реального времени через CTD-зонд, установленный на ней, либо через специальный терминал SBE 33.

6.6.2.8 При использовании зондирующих комплексов с установленной розеттой батометров перед началом измерений все батометры открываются (взводятся), при этом все верхние клапаны открыты и зафиксированы. На требуемой глубине, по кабель-тросу опускаемого зонда, оператором подается сигнал на закрытие определенного батометра. При этом срабатывает рычажный механизм и освобождает крышку клапана выбранного оператором батометра. Колба прибора изготавливается из бесшовной трубы, выдерживающей высокие давления. При работе с зондирующим комплексом необходимо строго следовать инструкции по его эксплуатации, не допускать превышения допустимой глубины погружения.

6.6.2.9 Независимо от типа батометра, каждый батометр при спуске на глубину в открытом состоянии должен свободно, без задержки пропускать воду через цилиндр. Спусковое приспособление, закрывающее батометр, должно надежно срабатывать, обеспечивая получение пробы точно с заданного горизонта. Внутренняя поверхность батометра не должна оказывать химического воздействия на пробу воды.

6.6.3 При отборе проб морской воды необходимо соблюдать правила их отбора и хранения. Отбор проб – первый и важный этап их химического анализа. Большинство ошибок, возникающих на этом этапе, являются несистематическими и не могут быть исключены с использованием статистического инструментария.

6.6.3.1 Основное условие правильного отбора проб – чистота батометра. После каждого наблюдения он должен тщательно промываться. Особенно тщательно промывка пробоотборников должна проводиться при работе в загрязненных районах и в местах сброса сточных вод. После каждого отбора пробы рекомендуется промывать батометр небольшим количеством растворителя. Чаще всего для этих целей используют этиловый спирт, а также специфические органические раство-

рители – гексан, хлороформ, четыреххлористый углерод. При выборе растворителя необходимо учитывать следующие факторы:

а) растворитель не должен взаимодействовать с материалом батометра и его деталями. Например, не рекомендуется использовать хлорированные углеводороды для обработки резиновых уплотнителей. Это может вызвать нарушение их герметичности и загрязнение пробы;

б) необходимо учитывать возможность загрязнения растворителем или его компонентами пробы, что приведет к искажению результатов химического анализа. Например, обработка гексаном деталей батометра, из которого будет производиться отбор проб на нефтепродукты методом ИК-спектрофотометрии, может существенно исказить (завысить) результат измерения, но при этом никак не скажется на результатах определения нефтепродуктов методом УФ-спектрофотометрии или газожидкостной хроматографии;

в) необходимо учитывать, что используемый растворитель может содержать примеси. Эти примеси могут также исказить результат. Например, использование технических кислот недопустимо при промывке батометров, из которых будут отбираться пробы на тяжелые металлы.

6.6.3.2 Соблюдение этих правил позволит существенно снизить риск получения ошибочного результата. Но даже при соблюдении всех этих рекомендаций необходимо принимать меры по минимизации нахождения отобранной пробы в пробоотборнике. Это может привести к искажению результата за счет материального обмена пробы с окружающей средой и/или изменения ее физических характеристик (изменения температуры, седиментации взвешенных веществ и др.).

6.6.3.3 Необходимо выработать и придерживаться технологической карты отбора проб. При составлении такой карты необходимо учитывать свойства компонентов, определение которых будет производиться.

В гидрохимии приняты определенные правила, позволяющие минимизировать искажение результатов при отборе проб из батометра, а именно:

- первыми отбираются пробы для определения растворенных газов, летучих и газовых компонентов (кислорода, сероводорода, щелочности, pH и др.). Это связано с тем, что в момент отбора пробы в батометре могут образовываться зоны с пониженным давлением, что приведет к потере газовых компонентов;

- во вторую очередь отбираются пробы для определения гидрохимических характеристик (биогенные элементы, соленость и др.);

- в последнюю очередь отбираются пробы воды для определения загрязняющих веществ.

Приведенная последовательность является ориентировочной и может изменяться в зависимости от поставленных задач и прочих условий, в том числе и климатических факторов.

6.6.3.4 Отобранную пробу сразу переносят в судовую лабораторию и выполняют либо определение показателей, либо предварительную обработку и консервацию компонентов. Под первичной обработкой подразумевается набор операций, проводимых для извлечения определяемого компонента из пробы. Под этим термином, прежде всего, подразумевается экстракционное извлечение (экстракция). При выполнении экстракции компонента, он целиком, или его аликвотная часть, переводится в несмешивающийся растворитель. После этого, в условиях береговой лаборатории, проводится аналитическая обработка экстрактов.

6.6.3.5 При отборе проб, предварительной обработке и их химическом анализе следует руководствоваться действующими нормативными документами. Требования, касающиеся приемов отбора, консервации и хранения проб морской воды, изложены в ГОСТ 31861. Дополнительные требования к пробоотборному оборудованию и условиям хранения и консервации проб, учитывающие индивидуальные особенности приме-

няемых методов измерения на сети Росгидромета, содержатся в РД, перечисленных в 4.3.1.

6.6.3.6 Перед дальнейшей транспортировкой проб применяются методы консервации целой пробы, например, замораживание отобранной пробы. Для увеличения продолжительности хранения пробы применяют предварительную фильтрацию или центрифугирование пробы для удаления взвешенных частиц, на которых может наблюдаться сорбция компонентов пробы и, как следствие, нарушение ее гомогенности.

Методы консервации для различных компонентов приводятся в ГОСТ 31861. При выполнении консервации пробы придерживаются следующих правил:

- посуда для отбора пробы должна быть предварительно подготовлена и ее заполнение должно производиться непосредственно из батометра на палубе судна;

- посуда должна быть промаркирована и содержать информацию о месте отбора и характере пробы. При невозможности нанесения исчерпывающей маркировки на сосуд наносится номер пробы с соответствующей маркировкой, исключающей возможность дублирования номеров и ошибки при замене части проб другими;

- отобранные пробы должны быть упакованы в транспортную тару, исключающую их повреждение и перемещение;

- вся информация об отобранной пробе должна быть занесена в журнал отбора проб. Не допускается ведение черновых записей.

6.6.3.7 Любое нарушение общего правила отбора и консервации пробы должно быть отмечено в журнале отбора проб с указанием вида нарушения и причин его возникновения. Соблюдение этих условий создает предпосылки для получения объективных и достоверных результатов о состоянии водного объекта.

6.6.3.8 Результаты анализа записываются в журнал отбора проб с указанием станции, координат, горизонта и времени отбора.

6.7 Определение солености

6.7.1 Соленостью S, г/кг, морской воды называют выраженную в граммах суммарную массу всех твердых растворенных веществ, содержащихся в 1 кг морской воды, при условии, что все твердые вещества высушены до постоянной массы при 480 °С, органические соединения полностью минерализованы, бромиды и иодиды заменены эквивалентной массой хлоридов, а карбонаты превращены в окислы (РД 52.10.243). На практике эта величина не может быть измерена непосредственно, поэтому используются косвенные методы (электрометрический, аргентометрический, ареометрический).

6.7.2 В настоящее время наиболее актуален электрометрический метод определения солености, основанный на том, что соленость морской воды определяется пересчетом через ее электропроводность.

6.7.3 Чтобы результаты определения солености различными методами могли представляться в сопоставимой форме, в 1978 году была разработана шкала практической солености (ШПС-78). В этой шкале соленость выражается в практических единицах солености (пес), связанных с электропроводностью. 35 пес соответствует 35 промилле или г/кг (ГСССД 77). ШПС-78 даёт числовые результаты, близкие к измерениям массовой доли солей, и различия заметны либо когда необходимы измерения с точностью выше 0,01 пес, либо когда солевой состав не соответствует стандартному составу океанской воды. Согласно приказу Министерства природы №436 от 19.10.2015 определение солености должно производиться в пес. Для солености свыше 42 пес датчик электропроводности неприменим, в этом случае используется аргентометрический метод, и результаты выражаются в г/кг или промилле. Для сильно распресненных вод определяется не соленость, а хлорность (массовая концентрация хлоридов, г/кг) по РД 52.10.806.

6.7.4 Отметим, что сейчас в океанографической практике начинают использовать новое, более точное по сравнению с предыдущим Международным уравнением состояния (описывающим связь температуры, солености, плотности, давления) EOS-80 термодинамическое уравнение состояния морской воды TEOS-2010. Новое уравнение состояния выведено в форме функции свободной энергии, которая включает все термодинамические свойства морской воды. TEOS-2010 использует абсолютную солёность и учитывает много переменных, которые раньше не брались в расчёт. Описание уравнения и программ расчета параметров морской воды приводится на сайте TEOS-10.org. Использование TEOS-2010 необходимо для специализированных исследований, где нужна высокая точность характеристик. TEOS-2010 может быть «заложено» в программном обеспечении новых измерительных приборов, что важно для понимания выходных параметров. В описании СИ должен быть указан метод расчета солености и базовое уравнение. Пока для большинства задач рейдовых наблюдений используется практическая соленость, в соответствии с ШПС-78.

6.7.5 Существует несколько методов определения солености:

а) электрометрический метод определения солености по электропроводности воды, изложен в РД 52.10.842 (подраздел 7.6), реализован также в датчиках электропроводности в зондах;

б) аргентометрический метод определения солености по хлору, изложен в РД 52.10.842 (подраздел 7.4);

в) метод ареометрирования - определение солености по удельному весу морской воды, изложен в РД 52.10.842 (подраздел 7.3);

г) рефрактометрический метод – по степени преломления светового потока.

При выполнении рейдовых наблюдений используется, в основном, электрометрический метод.

6.7.6 Электрометрический метод при использовании CTD-зонда позволяет определять соленость непосредственно в море без отбора проб, а с применением электросолемера – в лабораторных условиях, в предварительно отобранных пробах воды. Аргентометрический метод применяется для определения солености в предварительно отобранных пробах воды.

6.7.7 Измерения относительной электропроводности морской воды на заданных глубинах проводятся CTD-зондами, оснащенными датчиками электропроводности, представляющими собой тороидальный трансформаторный датчик погружного типа в защитном пластиковом кожухе, залитый компаундом. Принцип действия датчика электропроводности основан на измерении электропроводности жидкостного витка связи, охватывающего два тороидальных трансформатора индукционным методом. Жидкостный виток создается исследуемым раствором, находящимся как во внутренней полости тороидального датчика, так и во всем внешнем объеме, охватывающем датчик. Измеренные CTD-зондом значения электропроводности пересчитываются в соответствии с заложенным расчетным алгоритмом в пес.

6.7.8 Для определения солености в условиях судовой лаборатории или на берегу, при производстве рейдовых наблюдений с применением отбора проб с помощью батометров рекомендуется применять электросолемер ГМ-2007, представленный на рисунке 24. Принцип измерения электросолемеров аналогичен принципу, используемому в CTD-зондах. Электросолемер ГМ-2007 измеряет относительную электропроводность и температуру воды, передает данные в персональный компьютер, который рассчитывает практическую соленость в пес.

Рисунок 24 – Электросолемер ГМ-2007

Технические характеристики электросолемера ГМ-2007:

- диапазон измерения относительной электропроводности морской воды, безразмерных единиц. . . . . от 0 до 1,5;

- дискретность измерения относительной электропроводности, безразмерных единиц, не более. . . . . $4 \cdot 10^{-6}$;

- нестабильность характеристики измерения относительной электропроводности, % от предела измерения, не более. 0,01;

- диапазон измерения солености морской воды, пес . . . . . от 0,02 до 42;

- дискретность измерения солености, пес, не более. 0,001;

- предел допускаемой погрешности измерения солености и в диапазоне температур от 16 °С до 30 °С, пес. . . . . ±0,005;

- объем пробы морской воды в ячейке, $см^3$. 30;

- цикличность измерения солености воды, с. 15;

- габаритные размеры прибора, мм, ... 550×375×220;

- масса прибора, кг, не более. . . . . .3.

Электросолемер подлежит периодической поверке по методике [4].

6.7.9 Метод и результаты определения солености S и хлорности Cl записываются в журнал наблюдений, если аргентометрический – в промилле, если электрометрический – в пес.

6.8 Определение относительной прозрачности и цвета морской воды

6.8.1 Наиболее распространен визуальный метод определения относительной прозрачности морской воды с помощью белого диска Секки диаметром 300 мм (далее – диск). Метод применим для морских вод во всех районах Мирового океана, а также речных вод.

6.8.1.1 Физическая (истинная) прозрачность обусловливается процессами поглощения и рассеяния света в морской воде и определяется по интенсивности ослабления света в море.

Под относительной прозрачностью понимают глубину погружения диска (м), на которой диск перестает быть видимым с поверхности моря.

6.8.1.2 Ограничения визуального метода определяются:

а) условиями видимости (наблюдения производятся только в светлое время суток);

б) условиями прозрачности вод (измерения невозможно провести, когда относительная прозрачность вод превышает глубину моря – просматривается дно);

в) гидрометеорологическими условиями (ошибка измерений превышает необходимую точность метода при волнении моря более 4 баллов, когда высота волн более 1,5 м).

6.8.1.3 Перед началом работ на рейдовой станции необходимо подготовить и проверить диск.

Проверка исправности диска заключается в следующем:

- диск должен быть плоским, не иметь на поверхности раковин, вмятин и других механических дефектов;

- окраска диска должна быть ярко-белого цвета, без желтых пятен ржавчины, лежать ровным слоем и не иметь потеков и пузырей;

- груз-поддон должен быть окрашен черной краской;

- латунная направляющая трубка не должна быть погнутой и должна легко входить в отверстия груза и диска.

6.8.1.4 При конструкции диска с тросовым зажимом проверяется работа механического зажима, который должен легко работать под действием усилия рук и обеспечивать удержание диска на тросе без применения дополнительных приспособлений.

При креплении диска к вертикально опущенному тросу диск должен находиться строго в горизонтальном положении.

Проверка троса заключается в визуальном осмотре его состояния и разметки. Трос не должен иметь разрывов силиконового покрытия, а также загибов и колышек. Разметка троса должна быть хорошо видна, должна иметь отличительные марки, соответствующие метрам, а также кратные пяти и десяти метрам.

6.8.1.5 Визуальная проверка технического состояния диска и размеченного троса производятся перед каждым проведением серии наблюдений или перед проведением экспедиции. Контрольная проверка разметки троса осуществляется с помощью стальной мерной ленты длиной от 5 до 10 м при выявленных дефектах, а также перед проведением экспедиции или серии наблюдений.

При обнаружении дефектов в окраске диска его покраска производится цинковыми белилами или белой матовой эмалевой краской.

6.8.1.6 Для подготовки к наблюдениям размеченный трос необходимо пропустить через латунную трубку, находящуюся в центре диска, и на месте первой марки установить тросовый зажим. При этом вторая марка должна соответствовать поверхности диска.

При проведении наблюдений с помощью лебедки, оборудованной счетчиком длины вытравленного троса, трос пропускается в специаль-

ный радиальный вырез белого диска и крепится зажимным устройством, находящимся в центре диска. При этом зажимное устройство должно находиться под диском.

6.8.2 Для определения цвета морской воды используют шкалу цветности − набор из 22 запаянных пронумерованных пробирок, содержащих растворы с постепенным переходом от темно-синего (типичный цвет океанской воды) до коричневого цвета (болотная вода).

6.8.2.1 Пробирки вставлены в две откидные рамки футляра. Левая рамка содержит пробирки с номерами от I до XI включительно, правая – от XI до XXI включительно (номер XI повторяется). Номера шкалы соответствуют следующим цветам: I, II – синий; III, IV – голубой; V, VI – зеленовато-голубой; VII, VIII – голубовато-зеленый; IX, X – зеленый; XI, XII – желтовато-зеленый; XIII, XIV – зеленовато-желтый; XV, XVI - желтый; XVII, XVIII – коричневато-желтый; XIX, XX – желтовато-коричневый и XXI – коричневый. Вследствие плавного перехода цветов шкалы от одного оттенка к другому почти всем цветовым оттенкам, встречающимся при наблюдении цвета морской воды, соответствуют два номера пробирок шкалы цветности, отличающиеся между собой большей или меньшей интенсивностью данного цвета.

6.8.2.2 Перед выходом в экспедицию следует сравнивать рабочую шкалу цветности с контрольной. Срок годности шкалы − 2 г. со дня выдачи поверочного свидетельства, периодичность поверок – не реже одного раза в 6 мес.

6.8.2.3 Наблюдения проводятся только в светлое время суток, при волнении моря не более 4 баллов (высота волн не более 1,5 м), с теневого борта судна или шлюпки. При определении относительной прозрачности и цвета морской воды глаза наблюдателя должны быть полностью защищены от действия прямого и отраженного солнечного света, а шкала обязательно должна быть помещена в тени.

6.8.3 Последовательность при наблюдениях над относительной прозрачностью и цветом морской воды с использованием лебедки со счетчиком длины вытравленного троса, диска и шкалы цветности моря:

- опустить за борт на тросе лебедки концевой груз и погрузить в воду (приблизительно на 1 м);

- закрепить диск на тросе и опустить до уровня поверхности моря;

- установить счетчик длины вытравленного троса на 0 «ноль»;

- медленно опуская диск на глубину, производить контроль его видимости;

- в момент исчезновения видимости диска прекратить погружение и снять отсчет со счетчика длины вытравленного троса. При наличии волнения моря отсчет глубины погружения диска снимается в период прохождения гребня и подошвы волны. В этом случае на пределе видимости диска, попеременно опуская и поднимая его, снимают отсчеты длины вытравленного троса в моменты его исчезновения видимости при опускании на гребне и при опускании на ложбине волны. За глубину погружения принимается среднее значение из двух отсчетов;

- провести в журнале наблюдений запись глубины при исчезновении видимости диска;

- опустить диск глубже его видимости на 2 м;

- медленно поднимая диск к поверхности моря, производить контроль его видимости;

- в момент появления диска прекратить подъем и снять отсчет со счетчика длины вытравленного троса. При наличии волнения моря отсчет глубины снимается в период прохождения гребня и подошвы волны. В этом случае на пределе видимости диска, попеременно опуская и поднимая его, снимают отсчеты длины вытравленного троса в моменты появления его видимости при подъеме на гребне и при подъеме на ложбине волны. За глубину погружения принимается среднее значение из двух отсчетов;

- провести в журнале наблюдений запись глубины при появлении видимости диска белого;

- приподнять диск к поверхности моря еще на 2 м (или на поверхность моря) и повторить описанные процедуры еще 2 раза, таким образом, чтобы было по 3 пары измерений глубины в моменты исчезновения и появления видимости диска белого, соответственно на погружении и на подъеме;

- опустить диск на глубину, равную половине глубины его видимости, и произвести сравнение цвета морской воды на его фоне со шкалой цветности. Под пробирки шкалы цветности при этом подкладывают лист белой бумаги. Найденный цвет воды обозначается в журнале наблюдений номером соответствующей пробирки. Если цвет воды одинаково подходит к цветам двух смежных пробирок или находится между ними, то записываются номера обеих пробирок.

- не поднимая диск к поверхности моря, произвести измерения угла наклона троса с помощью прикладного угломера и записать значение в журнале наблюдений;

- поднять диск и концевой груз на борт плавсредства.

6.8.4 Обработка результатов наблюдений и форма представления конечных данных состоит из следующих операций:

- вычисление среднего значения глубины по данным полученных наблюдений (3 показания видимости при опускании диска и 3 показания видимости при подъеме диска);

- определение среднего значения истинной глубины видимости диска белого, с учетом коэффициента длины вытравленного троса;

- занесение значения относительной прозрачности (м) морской воды и цвета моря (номер по шкале) в журнал наблюдений. Для значений, меньших 1 м, результат приводят с точностью до 1 см, для значений, больших 1 м - с точностью до 1 дм (РД 52.24.496-2018).

6.8.5 Для хранения диск и размеченный трос после производства наблюдений промываются пресной водой, протираются насухо и помещаются в специальную деревянную коробку-футляр. Шкала цветности хранится в темном сухом и прохладном месте, так как цветные растворы не отличаются большой устойчивостью и со временем обесцвечиваются.

6.9 Измерение мутности морской воды. Турбидиметры

6.9.1 Важным показателем качества воды является наличие различных примесей: твердых частиц, ила, глины, водорослей, микроорганизмов и др. Взвешенные в воде твердые частицы нарушают прохождение света через образец воды и создают количественную характеристику воды, называемую мутностью. Мутность можно рассматривать как характеристику относительной прозрачности воды.

6.9.1.1 Измерение мутности – это измерение величины рассеяния света на взвешенных частицах. Мутность воды определяют фотометрически (турбидиметрически) – по ослаблению проходящего света или нефелометрически – по светорассеянию в отраженном свете, а также визуально – по степени мутности столба высотой 10–12 см в мутномерной пробирке.

6.9.1.2 Мутность воды определяют фотометрическим путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями. Результат измерений выражают в мг/дм^3 при использовании основной стандартной суспензии каолина (мутность по каолину) или в ЕМ/дм^3 (единицы мутности на дм^3) при использовании основной стандартной суспензии – формазина. Последнюю единицу измерения называют также единица мутности по формазину (ЕМФ) или в западной терминологии FTU (Formazine Turbidity Unit). 1FTU=1ЕМФ=1ЕМ/дм^3. В последнее время в качестве основной во всем мире утвердилась фотометрическая методи-

ка измерения мутности по формазину, что нашло свое отражение в ISO 7027-1, по которому единицей измерения мутности является FNU (Formazine Nephelometric Unit). Агентство по охране окружающей среды США и Всемирная организация здравоохранения используют единицу измерения мутности NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Эти единицы равнозначны: 1 FTU(ЕМФ)=1 FNU=1 NTU.

6.9.2 В практике морских исследований нашли широкое применение морские турбидиметры, предназначенные для измерения мутности морской воды оптическим методом по величине поглощения и рассеяния света на взвешенных твердых частицах. Для обеспечения единства измерений и сопоставимости результатов технические характеристики мутномеров регламентируются ISO 7027-1: в качестве излучателя света использовать инфракрасные диоды с длиной волны 860 нм и шириной спектральной линии 60 нм, измерения проводить при длине базы не более 10 см.

6.9.3 В современных многопараметрических измерителях используется целый ряд датчиков: скорости и направления течения, гидростатического давления, спектральных параметров поверхностного волнения, температуры воды, электропроводности, растворённого кислорода, а также мутности воды. Как пример, многопараметрический измеритель SEAGUARD (производство Aanderaa), представлен на рисунке 25.

Датчик мутности 4112 (см. рисунок 25б) работает на принципах ослабления инфракрасного света за счет его рассеяния на твердых частицах, взвешенных в воде. Датчик мутности генерирует выходное напряжение, пропорциональное количеству взвешенных твердых частиц.

Диапазоны измерения датчика мутности составляют: для 4112 0–25 FTU, для 4112A 0–125 FTU, для 4112B 0–500 FTU, для 4112C 0–2000 FTU. Время экспозиции составляет 0,1 с, диапазон длины волны 860–880 нм.

а б

а – многопараметрический измеритель SEAGUARD;

б – датчик мутности 4112.

Рисунок 25 – Многопараметрический измеритель SEAGUARD с установленным на него датчиком мутности

6.9.4 Значение мутности (ЕМФ) записывается в журнал наблюдений.

7 Буйковые станции

7.1 Основные виды установок автономных буйковых станций

7.1.1 Рейдовые наблюдения могут включать установку автономных буйковых станций (АБС). Измерения параметров морской среды и приводной атмосферы производятся автоматическими приборами, устанавливаемыми на АБС. Для сбора информации об изменениях гидрологических, гидрофизических, гидрохимических и других параметров морской воды, требующих длительного по времени их контроля от поверхности до дна, используются АБС с набором различных автоматических измерителей параметров среды. Для сбора гидрометеорологической инфор-

мации в шельфовой зоне морей применяют поверхностные автономные гидрометеорологические буи заякоренного типа с метеорологическими приборами.

В конкретных ситуациях используются различные варианты постановок АБС: с сигнальными буями на поверхности или без них, с донными размыкателями или только с базовым тросом и т.д. Применяется обширный арсенал разнообразных автономных систем: буйковые заякоренные станции с распределенными по глубине измерительно-регистрирующими устройствами, свободно-плавающие поверхностные и притопленные буи, донные станции, буи нейтральной плавучести и т. д.

7.1.2 К основным видам АБС для сбора параметров морской среды, устанавливаемым в местах рейдовых наблюдений, относятся ПАБС, АГДС, устанавливаемые у дна. При этом ПАБС могут устанавливаться как с поверхностными сигнальными буями, так и без них. Для сбора характеристик приводной атмосферы и морской воды на различных горизонтах применяют МАГМС, которые устанавливаются в прибрежной зоне на якорь.

Установка АБС должна сопровождаться подачей предупреждения мореплавателям.

7.1.3 Постановка в месте рейдовых станций АБС имеет ряд преимуществ перед наблюдениями с различных плавсредств. С помощью АБС можно производить измерения достаточно часто и так долго, как это необходимо, в любых погодных условиях. Схема постановки станции определяется исходя из местных условий, поэтому необходимо тщательно продумывать весь процесс работы от установки до снятия станции с целью обеспечения ее надежности и работоспособности.

7.2 Оборудование плавсредств для установки автономных буйковых станций

7.2.1 Для установки АБС в прибрежной зоне моря, на малых глубинах используются, как правило, небольшие малотоннажные суда. Оборудование судна должно состоять из лебедок, кран-балок, не менее двух канифас-блоков (желательно ширококипных), канифас-блока с блок-счетчиком, тоже ширококипного, не менее двух роульсов, устанавливаемых на планшире рабочего борта, двух–трех уток, способных выдержать вес АБС, вьюшек с запасом троса, двух–трех стопоров.

7.2.2 Грузоподъемность лебедки должна позволять поднимать АБС. При установке или снятии АБС выбирается свободный участок палубы на корме или вдоль борта, с которого производится работа, а также определяются места для буев, якорей и такелажа. Тяжеловесное снаряжение располагается так, чтобы его можно было брать стрелой с места. Установка и подъем АБС возможны с помощью турачки лебедки или брашпиля. Следует также иметь в виду, что нагруженные тросы сильно портятся турачкой малого диаметра. Работы с турачкой производятся на малых скоростях с накладкой 5–6 шлагов троса.

7.2.3 При установке АБС следует строго соблюдать правила по технике безопасности [1]. Запрещается работать со стальными тросами без рукавиц (рукавицы должны иметь наладошники из прочного материала). При работах в рукавицах следует принимать меры предосторожности, исключающие возможность затягивания рукавиц в движущиеся и вращающиеся части механизмов. Особую осторожность следует проявлять при работе во влажных рукавицах. Работать в замасленных рукавицах запрещается, их следует заменить. При работе со стальными и растительными тросами запрещается находиться и держать руки ближе 1 м от барабанов, кнехтов, блоков и других устройств, с которых выби-

рается ходовой конец троса. При работе с тросами из синтетических материалов это расстояние должно быть не менее 2–3 м.

Запрещается находиться вблизи сильно натянутых тросов, а также на линии направления тяги, как впереди, так и позади места соприкосновения троса с механизмом для его выборки или устройством для закрепления или изменения направления тяги троса. Запрещается ставить ноги в петли тросов. Запрещается выходить за леерное ограждение или фальшборт, а также перегибаться через них.

Все тросы, стропы, цепи, гаки, скобы, вертлюги, блоки и т.п., поврежденные во время их использования, транспортировки и хранения, должны быть немедленно изъяты из употребления.

7.3 Автономные буйковые станции для малых глубин

7.3.1 Рейдовые наблюдения, как правило, производятся на глубинах, не превышающих 200 м.

7.3.2 Выбор типа АБС определяется задачами, продолжительностью действия, глубиной места, гидрометеорологическими условиями акватории и интенсивностью судоходства. Из гидрометеорологических условий, прежде всего, учитывается скорость ветра, течений, волнение моря и возможность появления льдов.

7.3.3 Для обеспечения длительных измерений в одной точке при наличии ледяного покрова поверхностный буй ставить нельзя, поскольку дрейфующий лед может его срезать. Поэтому необходимо устанавливать ПАБС. Глубину расположения подводного несущего буя необходимо рассчитывать из условия максимальной глубины погружения ледяных образований. ПАБС рекомендуется ставить в районах с сильными штормами и на длительный срок, так как они наиболее надежны и выдерживают жесткие гидрометеорологические условия.

7.3.4 В штормовых условиях станция с надводным несущим буем испытывает большие динамические и статические волновые и ветровые нагрузки и может быть сорвана с якоря. Практика постановки АБС показывает, что основные причины потери АБС связаны с ошибками в расчетах нагрузок, ошибками при их постановке и снятии, дефектах в тросах, скобах, вертлюгах, цепях и т.д.

7.3.5 Современные технологии, спутниковая навигация позволяют устанавливать АБС без индикаторов на поверхности (сигнальных буев). В этом случае возникает задача их поиска после выполнения программы работ. Для решения подобной задачи необходимы различные специальные устройства, в частности, акустические размыкатели троса (далее – размыкатель).

7.3.6 Размыкатель представляет собой автономное устройство длительного действия, содержащее механизм расцепления троса, дежурный акустический приемник с гидрофоном и дешифратор адреса команды. Механизм расцепления, как правило, выполняется на основе электродвигателя с понижающим редуктором и откидным рычагом. Вызов и срабатывание размыкателя осуществляется по команде с гидрофона вызывного устройства, размещаемого на борту плавсредства, находящегося в дрейфе или неподвижно на расстояниях не более 5 км от размыкателя.

Из отечественных конструкций используются, например, размыкатели типа «ГРОТ» разработки ФГБУ «ААНИИ», среди зарубежных – размыкатели фирм TELEDYNE Benthos, IXSEA OCEANO, представленные на рисунке 26.

Размыкатели Benthos 875 TD, Oceano 500 предназначены для крепления оборудования при подводной постановке. Палубные блоки управления с обратной связью Benthos UDB9400, Oceano 500 позволяют управлять размыкателями на расстоянии до 4 км.

а б

а –размыкатель TELEDYNE Benthos 875 TD;
б – размыкатель IXSEA OCEANO 500 с гидрофоном и вызывным устройством.

Рисунок 26 – Виды акустических размыкателей

7.3.7 При проведении рейдовых наблюдений рекомендуется устанавливать ПАБС, как наиболее надежные и испытывающие наименьшие нагрузки при сильном волнении. Они используются на небольших глубинах для длительной работы. При постановке ПАБС делают тщательный промер глубин, выбирая ровные места для якоря буя. ПАБС устанавливается как с сигнальным буем, так и без него. В последнем случае применяют размыкатели. В состав ПАБС входят:

- притопленный буй;
- измерительные автоматические гидрологические приборы (далее – прибор);
- гидроакустический маяк;
- размыкатель троса;
- якорь;
- буйреп, соединяющие все компоненты ПАБС.

Технология работы с ПАБС включает в себя следующий набор операций:

- закрепление приборов на буйрепе;
- установка ПАБС вместе с приборами в заданном районе;

- поиск и обнаружение ПАБС по сигналам гидроакустического маяка;

- погружение в воду гидрофона-излучателя;

- вызов ПАБС путем подачи команды от вызывного устройства с борта плавсредства к размыкателю об отделении буйрепа от якоря;

- всплытие ПАБС на поверхность воды;

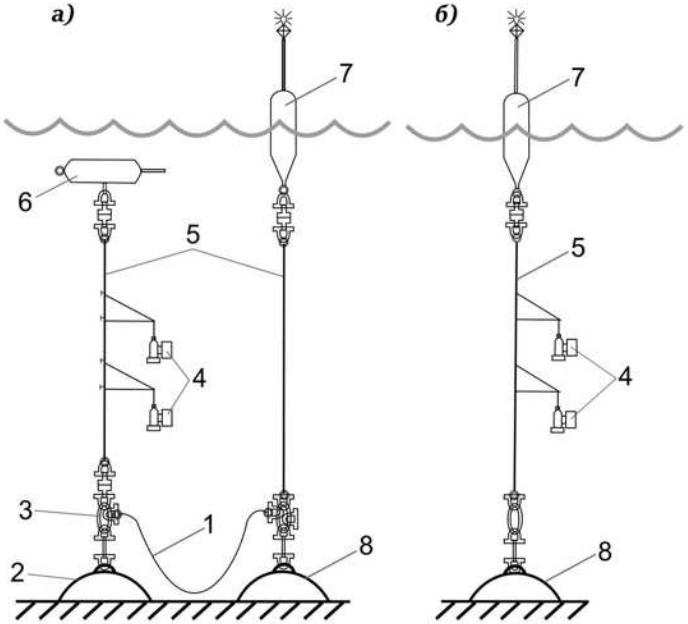
- подъем ПАБС и снятие приборов.

В зависимости от конструкции крепления к тросу приборы могут крепиться к нему с помощью боковых кронштейнов, либо ставиться в разрыв троса. Буй крепится к тросу по схеме «скоба–вертлюг–скоба–верхний коуш троса». При постановке приборов в разрыв троса к нижнему коушу троса по схеме «коуш–скоба–вертлюг–скоба» присоединяется прибор его верхней рамой. К его нижней раме по той же схеме присоединяется следующий трос необходимой длины, а затем к его нижнему коушу крепится следующий прибор.

Количество устанавливаемых приборов зависит от задач исследований и ограничивается плавучестью и количеством устанавливаемых буев, которые должны обеспечивать надежное всплытие ПАБС после срабатывания размыкателя. Размыкатель ставится между якорем и нижним коушем троса по схеме «якорь–скоба–якорный строп–скоба–кольцо–размыкатель–скоба–вертлюг–скоба–коуш». Якорный строп представляет собой кусок такелажной цепи или прочного троса.

При подъеме ПАБС на размыкатель подается сигнал, после чего размыкатель с буем всплывает и далее ПАБС поднимается на палубу. В случае несрабатывания устройства используется траление.

7.3.8 При постановке ПАБС без размыкателей используется поверхностный сигнальный буй. Для предупреждения столкновения с буем проходящих судов обязательным является установка на них сигнальных проблесковых огней. Типичная схема постановки ПАБС показана на рисунке 27а.



а – ПАБС с поверхностным сигнальным буем;

б – АБС с надводным буем.

1 – базовый трос; 2 – якорь держащего буя; 3 – соединительное кольцо; 4 – самописцы; 5 – становой трос; 6 – притопленный буй; 7– сигнальный буй; 8 – якорь сигнального буя.

Рисунок 27 – Типы установок АБС

Притопленный буй поз. 6 крепится к становому тросу поз. 5 по схеме «скоба–вертлюг–скоба–якорный строп–скоба–коуш». Якорный строп представляет собой полутора-двухметровый кусок такелажной цепи или прочного троса. Становой трос поз. 5 к якорю поз. 2 крепится по той же схеме, что и к бую, только в верхний коуш стропа или в верхнее звено цепи заделывается соединительное кольцо поз. 3, размеры которого позволяют завести в него две скобы. Одна скоба для соединения со становым тросом, другая – для присоединения базового троса поз. 1, кото-

рый прокладывается по дну до якоря поз. 8, держащего сигнальный буй поз. 7. Длина базового троса должна быть достаточна для возможного траления станции в случае потери сигнального буя (от 20 до 200 м).

Базовый трос крепится к якорю по схеме: кольцо–скоба–коуш. В местах с сильными течениями (устьевое взморье, проливы в приливных морях и пр.) для избежания дрейфа станции к основному якорю подсоединяются дополнительные якоря типов «кошка», Холла, адмиралтейского, массой до 100 кг.

7.3.9 АБС с одним надводным буем (см. рисунок 27б) устанавливается на короткое время работы в условиях умеренного волнения. Она отличается тем, что приборы подвешиваются на трос сигнального буя. В этом случае трос и буй делаются более мощными. Остальная схема постановки такая же, как и для сигнального буя на станции с притопленным и сигнальным буями. Для постановки такой станции могут быть использованы буи, изготовленные из различных достаточно прочных легких материалов с большой плавучестью, например пенопласт, полиуретан, полиуретановые пенопласты, пенопласты на основе полистирола. Синтетические пенопласты не гниют в морской воде, практически не изменяют грузоподъемность даже при продолжительном пребывании в воде.

7.3.10 Для сбора гидрометеорологической, гидрологической информации в прибрежных шельфовых зонах морей и океанов, устьев рек, заливах и бухтах нашли применение МАГМС якорного типа. Примером такой станции может являться автономный гидрометеорологический морской якорный буй DB 4700, AADI Норвегия (далее – буй), представленный на рисунке 28.

Буй служит для измерения метеорологических параметров, высоты и периода волн, скорости и направления течения, температуры воды, солености, мутности и др.

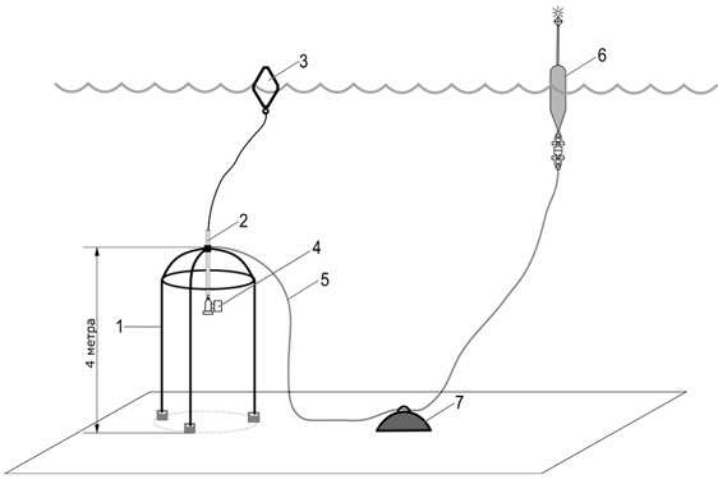
Имеется несколько способов для передачи данных на берег в режиме реального времени: через VHF, UHF, GSM модем, или спутниковый. На буе установлены солнечные батареи, что повышает его автономность. Он имеет модульную конструкцию, которая позволяет использовать его в различных приложениях. Буй имеет грузоподъемность 600 кг, прочный корпус в полиуретановой оболочке.

Рисунок 28 – Автономный гидрометеорологический морской якорный буй DB 4700

В качестве якоря можно использовать любой груз не менее 800 кг, к которому крепится окончание кабель-троса через специальный амортизирующий трос, изготовленный из толстой резины. Такое соединение позволяет значительно снизить динамические нагрузки на станцию, возникающие при воздействии поверхностных волн и ветра.

7.3.11 ПАБС применяется и для автоматического профилирования толщи морской среды. Подповерхностный буй, заякоренный с помощью стального буйрепа, служит ходовым тросом для профилирующего носителя, на котором закреплены необходимые датчики и приборы. В автоматически заданное время носитель начинает перемещаться по тросу, производя измерения. Данные могут накапливаться и автоматически передаваться по модемным, спутниковым каналам связи, радиоканалам.

7.3.12 АГДС устанавливаются на небольших глубинах в прибрежных районах морей и устьях рек. Основу АГДС типа «колокол» или «пирамида», согласно рисунку 29, составляет каркас, состоящий из стоек, опирающихся на кольцевое (треугольное, многоугольное) основание. Стойки и основание изготовляются из трубок или уголков (алюминиево-магниевого сплава). Для предотвращения коррозии и обрастания АГДС элементы ее конструкции необходимо покрыть специальными защитными красками. Для устойчивости у основания стоек закрепляются грузы.



1 – каркас; 2 – отрезок трубы; 3 – сигнальный поплавок; 4 – прибор; 5 – базовый трос; 6 – сигнальный буй; 7 – якорь.

Рисунок 29 – Схема установки АГДС

В вершине каркаса стойки соединяются посредством железного тройника, приваренного к отрезку стальной трубы поз. 2, на верхнем и нижнем концах которой имеются кольца для подвешивания прибора поз. 4, и прикрепления базового троса поз. 5. Длина базового троса – не менее 20–30 м. Длина буйрепа в полтора раза больше глубины. Якорь поз. 7 удерживает сигнальный буй поз. 6. Для обозначения точного места

каркаса к его вершине крепится трос с сигнальным поплавком поз. 3, грузоподъемностью от 5 до 10 кг. Во избежание наматывания троса на верхнюю часть каркаса накладывается предохранительное кольцо.

7.3.13 При использовании размыкателя отпадает необходимость в установке поверхностного сигнального буя, он делается притопленным и через размыкатель крепится к якорю.

Для подъема АГДС с борта судна подается акустический сигнал на размыкатель, после чего буй с прикрепленным к нему базовым тросом всплывает на поверхность. На случай несрабатывания размыкателя к базовому тросу крепятся несколько поддерживающих поплавков, которые приподнимают его и удерживают над дном. Это облегчает в таких случаях траление и подъем АГДС. Пример такой установки приведен на рисунке 30.

Рисунок 30 – Схема установки АГДС с размыкателем

7.4 Расчёт нагрузок на элементы автономной буйковой станции

7.4.1 Перед установкой АБС в месте рейдовых наблюдений производится расчет нагрузок на ее элементы, определяется необходимый диаметр и длина троса, запас плавучести поверхностных и притопленных буев, масса якоря. Обязательным является расчет статических и динамических нагрузок на АБС, разрывного усилия тросов, массы якорей. Подробный расчет и формулы приведены в [5]. Правильный расчет обеспечивает надежность установки.

Пример – Для установки АБС с одним надводным буем используется буй ГМ-47. Размеры буя: диаметр d=0,65 м, высота l=2,9 м, длина мачты с уголковым отражателем 3,7 м, трос металлический диаметром 10 мм. На трос подвешивается три измерителя течений на кронштейнах. Глубина места 100 м. Длина станового троса 120 м (притравка 20 %).

7.4.1.1 Проведем расчеты. Статическая нагрузка рассчитывается как сумма веса в воде троса, приборов, деталей крепежа (скобы, вертлюги и пр.). Грузоподъемность буя (разность между водоизмещением буя, его собственным весом и весом его снаряжения) дается в технических характеристиках (кгс, здесь – кг) и составляет 300 кг. В воде вес предметов уменьшается на 12 %. Данные по массе погонного метра тросов различного диаметра в воздухе приводятся в технических характеристиках и справочных таблицах. Трос диаметром 10 мм и длиной 120 м в воде весит около 40 кг. Вес трех приборов с кронштейнами в воде составляет 90 кг. Статическая нагрузка P на буй равна сумме весов троса, кронштейнов и приборов в воде. Таким образом, она составляет 130 кг.

7.4.1.2 Динамические нагрузки определяются гидрометеорологическими условиями и длительностью работы АБС. Если АБС должна работать длительное время (несколько суток), то для надежной постановки в расчетах выбирают близкие к наибольшим для данного сезона года и района скорости ветра, течений и элементы морских волн.

Для расчетов, в качестве примера, примем скорость ветра 15 м/с, скорость течений 1 м/с, наибольшую высоту волн 4 м, период 9 с.

Сила воздействия (далее здесь – давление) ветра на буй $R_в$, кг, вычисляют по формуле

$$R_в = 0{,}076 v_в^2 S, \qquad (2)$$

где $v_в$ – скорость ветра, м/с;

S – диаметральная площадь сечения надводной части буя с мачтой и уголковым отражателем, м^2.

Числовые коэффициенты в формулах (2), (3), (5) - эмпирические размерные коэффициенты, определены в [5].

Буй над водой возвышается на 40 % своей высоты, т. е. на 1,2 м

$$S_б = 0{,}65 \cdot 1{,}2 = 0{,}8 \ м^2 .$$

Длина мачты 3,7 м, ее диаметр 0,1 м

$$S_м = 3{,}7 \cdot 0{,}1 \cong 0{,}4 \ м^2 .$$

Размеры уголкового отражателя 0,3·0,4 м, тогда

$$S_y = 0{,}3 \cdot 0{,}4 \cong 0{,}1 \ м^2 .$$

$$S_{общ} = 0{,}8 + 0{,}4 + 0{,}1 = 1{,}3 \ м^2 .$$

$$R_в = 0{,}076 \cdot 15^2 \cdot 1{,}3 \cong 22 \ кг .$$

Давление течений и волн на буй R_x, кг, вычисляют по формуле

$$R_x = 51 C_x v_n^2 S', \qquad (3)$$

где C_x - коэффициент лобового сопротивления подводной части буя;

v_n - скорость потока, м/с;

S'- площадь сечения подводной части буя, м^2.

Величины C_x зависят от параметров и конфигурации буя.

Пример – для буев цилиндрической формы:

…l/d……1……2……5……...10..……40……∞;

…C_x…....0,63.….0,68…...0,74…...0,82.……0,98..……1,20.

При $l = 1{,}7$ и $d = 0{,}65$, $C_x = 0{,}7$.

Скорость потока v_n, м/с, вычисляют по формуле

$$v_n = v_\tau + \frac{\pi h}{\tau}, \qquad (4)$$

где v_τ - скорость течения, м/с;

h - высота наибольших волн, м;

τ - период этих волн, с.

$$v_{\text{п}} = 1 + \frac{3{,}14 \cdot 4}{9} = 2{,}4 \ м/с$$

Площадь сечения подводной части буя $S' = 1{,}6 \cdot 0{,}5 = 0{,}8 \ м^2$;

$$R_{\text{х}} = 51 \cdot 0{,}7 \cdot (2{,}4)^2 \cdot 0{,}8 \cong 165 \ кг.$$

Давление течений и волн на трос R_0, кгс, вычисляют по формуле

$$R_0 = 56 v_m^2 d \frac{H^2}{L}, \qquad (5)$$

где v_m - скорость течения, м/с (в нашем случае 1 м/с);

H - глубина места, м (100 м);

d - диаметр троса, м (0,01 м);

L - длина троса, м (120 м).

Приборы цилиндрической формы с отношением *l/d=2,62, C_x =0,7.*

Подвешены три измерителя с общей площадью сечения 0,2 м^2. Площадь сечения кронштейнов 0,1 м^2. Расчет давлений течений на приборы R_x производится по формуле (3):

$$R_x = 51 \cdot 0{,}7 \cdot (1)^2 \cdot 0{,}3 \approx 11 \ кг$$

Давление течений и волн на трос вычисляется по формуле (5):

$$R_0 = 56 \cdot (1)^2 \cdot 0{,}01 \cdot 100^2 / 120 \approx 47 \ кг$$

Давление течений и волн на трос и приборы

$$R_0 = 47 + 11 \approx 60 \ кг$$

Суммарная гидродинамическая нагрузка на буй *R,* кг, вычисляется по формуле

$$R = (R_в + R_x + R_0)\frac{H^2}{\sqrt{L^2 - H^2}}, \quad (6)$$

где $R_в$ - давление ветра, кг;

R_x - давление течений и волн на буй, кг;

R_0 - давление течений на трос и приборы, кг;

H - глубина места, м;

L - длина троса, м.

$$R = (22 + 165 + 60)\frac{100}{\sqrt{120^2 - 100^2}} = 370 \text{ кг}.$$

Поддерживающий буй должен выдерживать все нагрузки и вес автономных приборов. Общая нагрузка на буй Q_o (его запас плавучести) вычисляют по формуле

$$Q_0 = P + R, \quad (7)$$

где P - статическая нагрузка на буй, кг;

R - суммарная гидродинамическая нагрузка, кг.

$$Q_0 = 130 + 370 = 500 \text{ кг},$$

Общая нагрузка на буй превышает грузоподъемность (300 кг), значит, система для принятых условий непригодна. Необходимо несколько увеличить притравку троса и взять буй ГМ-48 грузоподъемностью 550 кг.

Расчет разрывного усилия тросов T, кг, производится по формуле

$$T = K_n P_t \quad (8)$$

где P_t - наибольшая нагрузка на трос, кг;

K_n - коэффициент запаса прочности, равен 5.

$$P_t = \sqrt{Q_0^2 + (R_в + R_x)^2}, \quad (9)$$

$$P_t = \sqrt{500^2 + (22+165)^2} = 534 \ кг,$$

$$T = 534 \cdot 5 = 2670 \ кг.$$

Диаметр троса для постановки выбирается в пределах от 6,5 до 7,5 мм [5].

Для того, чтобы под действием плавучести буя и гидродинамических нагрузок якорь не отрывался от грунта, его масса $R_я$, кг, должна превышать значение, определяемое по формуле

$$R_я = Q_0 - R_0\sqrt{1-\left(\frac{H-z}{L}\right)^2} \ , \qquad (10)$$

где z - глубина погружения буя, м.

В нашем случае при $H = z$ формула имеет вид

$$R_я = Q_0 - R_0,$$

$$R_я = 500 - (130+60) = 310 \ кг$$

7.4.2 При установки ПАБС с притопленным буем следует использовать горизонтальные обтекаемые буи. В случае применения буев типа ГМ-47 при сильных течениях значительно увеличивается угол наклона несущего троса, измерители сходят с заданных горизонтов, что недопустимо.

7.5 Установка и снятие автономных буйковых станций

7.5.1 Установка и снятие АБС на небольших глубинах и с небольших плавсредств производится, как правило, при ветре до 4 баллов и волнении моря до 3 баллов.

7.5.2 Перед установкой АБС производятся следующие работы:

- намечается район установки. С учетом глубины и задач выбирается схема АБС и приборы;

- подготавливается необходимый такелаж и тросы. На становом тросе размечают и отмечают марками места крепления приборов;

- грузовые стрелы снаряжаются ширококипными блоками;

- рабочее место на палубе освобождается от посторонних предметов. Буи, цепи, якоря для установки АБС располагаются в удобном для работы порядке;

- подготавливаются подсобные материалы и инструменты (скобы, вертлюги, стопоры, тросовые зажимы и пр.). Все скобы и соединения независимо от их положения в системе обязательно шплинтуются. Для шплинтовки можно использовать кабельный хомут (стяжку) из полимерного материала. Хомутики представляют собой полоску из гибкой прочной пластмассы;

- четко распределяются обязанности между членами палубной команды, участвующей в работах по установке АБС.

7.5.3 Все распоряжения отдает одно лицо. При подходе к месту установки станции включается эхолот. В зависимости от рельефа дна и скорости дрейфа определяют способ установки станции в дрейфе или на якоре, а также необходимость в сигнальной вехе.

7.5.4 Установка ПАБС с притопленным и сигнальными буями осуществляется, как правило, по следующей схеме: к становому тросу (см. рисунок 27а), пропущенному через ширококипный блок, на крюке грузовой стрелы крепится буй, опускается в воду и подтягиванием плавсредства на якоре выводится за корму. В местах, отмеченных марками, на тросе поз. 5 крепятся кронштейны, подвешиваются приборы и также опускаются в воду.

К нижнему концу троса поз. 5 присоединяется якорный строп и вместе с якорем держащего буя поз. 2 выводится за борт плавсредства.

Якорь спускается на грунт на базовом тросе поз. 1, который крепится к соединительному кольцу поз. 3. При достижении якорем дна притопленный буй устанавливается на заданной глубине. Слабина ба-

зового троса выбирается (подтягиванием судна на якоре, чтобы судно отходило от места, где притоплен буй).

Конец базового троса крепят к соединительному кольцу якоря сигнального буя (далее – второй якорь) поз. 8, берут его на стрелу и выводят за борт. К верхнему концу станового троса поз. 5 второго якоря крепят сигнальный буй поз. 7, который при достижении вторым якорем дна вываливают за борт. Если сигнальный буй вывалить нельзя, становой трос поз. 5 второго якоря берется на стопор так, чтобы буй после его крепления к концу станового троса можно было спустить на воду лебедкой. Затем стопор отдается.

7.5.5 Установка АБС с одним надводным буем производится в таком порядке. К становому тросу, пропущенному через ширококипный блок на ноке грузовой стрелы, крепится якорь, выводится за борт и стравливается. В местах, отмеченных марками, на тросе крепятся кронштейны, подвешиваются приборы и спускаются в воду.

К верхнему концу троса присоединяется буй, и после достижения якорем дна буй стрелой выводится за борт.

7.5.6 Установка АГДС осуществляется по следующей схеме. Перед установкой, АГДС (см. рисунок 29) собирается на палубе, затем с помощью скоб и вертлюга к кольцу стальной трубы поз. 2 присоединяется базовый трос поз. 5. Базовый трос пропускается через блок судовой стрелы. Каркас поз.1 выводится за борт и опускается до тех пор, пока вершина каркаса не окажется на уровне глаз наблюдателя. В этом положении к кольцу трубы поз. 2 подвешивается прибор, и каркас опускается на дно. После этого подтягиванием плавсредства на якоре укладывается базовый трос поз. 5. К концу базового троса крепятся якорь поз. 7 и трос сигнального буя поз. 6. Якорь опускается на тросе сигнального буя. После достижения якорем дна вытравливают или спускают на стреле сигнальный буй поз. 6. АГДС можно ставить и в обратном порядке, начиная

с сигнального буя, тогда будет исключена опасность сваливания колокола при постановке станции.

7.5.7 Подъем АБС производят, начиная с сигнального буя. При этом следует придерживаться следующих правил:

- АБС поднимают при малых скоростях лебедки (не выше 0,5 м/с);

- якорь подрывают только тогда, когда трос выведен на палубу; для этого при необходимости подрабатывают машиной;

- особенно следят за тем, чтобы при подъеме кронштейны и приборы не бились о борт.

7.5.8 При установке и снятии АБС запрещается:

- работать с тросами без рукавиц (рукавицы должны иметь наладошники из прочного материала). При работах в рукавицах следует принимать меры предосторожности, исключающие возможность затягивания рукавиц в движущиеся и вращающиеся части механизмов. Особую осторожность следует проявлять при работе во влажных рукавицах. Работать в замасленных рукавицах запрещается, их следует заменить;

- при работе со стальными и растительными тросами находиться и держать руки ближе 1 м от барабанов, кнехтов, блоков и других устройств, с которых выбирается ходовой конец троса. При работе с тросами из синтетических материалов это расстояние должно быть не менее 2–3 м;

- направлять во время работы трос руками;

- находиться вблизи сильно натянутых тросов, а также на линии направления тяги, как впереди, так и позади места соприкосновения троса с механизмом для его выборки или устройством для закрепления или изменения направления тяги троса;

- ставить ноги в петли тросов;

- выходить за леерное ограждение или фальшборт, а также перегибаться через них;

- ремонтировать грузоподъемные устройства, снимать ограждения;

- останавливать раскачивающуюся станцию руками; для этих целей необходимо пользоваться специально заведенными концами;

- использовать тросы, стропы, цепи, гаки, скобы, вертлюги, блоки и т.п., поврежденные во время их использования, транспортировки и хранения. Они должны быть немедленно изъяты из употребления;

- поднимать АБС на сращенных стропах, стропах с узлами, ржавых и деформированных.

7.5.9 При установке и подъеме АБС на палубе кроме персонала, выполняющего работы, не должно быть посторонних лиц.

7.6 Приборы для автономных буйковых станций

7.6.1 На АБС устанавливаются автоматические приборы, позволяющие осуществлять длительные непрерывные высокоточные измерения параметров морской среды и атмосферы, с их записью на электронные носители, возможностью оперативной автоматической передачи данных по телеметрическим каналам связи.

7.6.2 Для измерения течений широко применяются АДПТ, принцип действия которых приведен в 6.5.2. Они устанавливаются на длительное время на неподвижных основаниях, АБС, АГДС, ПАБС. АДПТ измеряют среднее значение скорости водного потока на расстоянии до 0,5 м от места расположения датчика.

7.6.3 АДПТ позволяют бесконтактным методом измерять профиль векторов скоростей течения. АДПТ могут применяться не только на АБС и других буйковых станциях, но и на борту плавсредств, движущихся подводных и надводных объектов. С помощью АДПТ получают полноценную оперативную информацию об основных характеристиках гидрофизических полей (течения, температура, давление, волнение и др.).

7.6.4 Известны АДПТ производства SonTek, Falmouth Scientific, Inc. и RD Instruments, и др. На рисунке 31 изображены АДПТ с измерением

температуры, давления, волнения производства RD Instruments (USA) – SENTINEL V ADCP (см. рисунок 31а) и измеритель течений Falmouth Scientific Inc. (USA) – FSI 2D-ACM (см. рисунок 31б).

а б

а –SENTINEL V ADCP; б – FSI 2D-ACM.

Рисунок 31 – АДПТ, устанавливаемые на АБС

Технические характеристики SENTINEL V ADCP:

- диапазон измерения скорости течения, м/с. . . . . от 0 до 5;

- погрешность измерения скорости течения, %. . . . . .±0,25;

- разрешающая способность, см/с. 0,1;

- число ячеек по глубине, не более 128;

- частота зондирования, Гц. 2;

- диапазон измерения гидростатического давления, кПа. . . . . от 0 до 60000;

- диапазон измерения температуры воды, °С. . . . . .от минус 5 до 45;

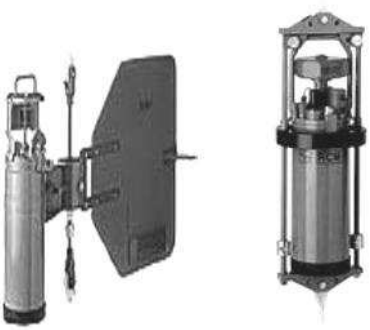
- погрешность измерения температуры воды, %. . . . . ± 0,4;

- разрешающая способность измерения температуры воды, °С. 0,01;

- рабочая глубина, м. . . . . 200.

7.6.5 Автономный измеритель течений RCM-9, показанный на рисунке 32, предназначен для измерения скорости и направления течений, температуры, электропроводности и давления столба воды на горизонте установки самописца. Использует доплеровский принцип измерения течений акустическим лучом с углом 2° на расстоянии от 0,4 до 1,8 м от головы излучателя, что позволяет избежать в процессе длительных измерений на АБС, в отличие от приборов вертушечного типа, попадания водорослей на вертушку и ее заклинивания.

а б



а – RCM-7; б – RCM-9.

Рисунок 32 – Автономные измерители течений

7.6.6 Измеритель скорости и направления течения «Вектор-2» (далее – измеритель), изображенный на рисунке 33, выпускаемый ОАО «НЛП «Радар ммс», используется в составе АБС с длительными сроками автономной работы. Срок автономности по питанию 1 год. Предназначен для измерения скорости и направления течений в морях и глубоких водоемах, поставляется в двух модификациях: для глубин от 1 до 250 м; для глубин до 2000 м.

а б

а – в корпусе; б – без корпуса.

Рисунок 33 – Измеритель скорости и направления течения «Вектор-2» и места пломбирования

При наличии волновой составляющей скорости течения измеритель осуществляет корректное векторное осреднение. В состав измерителя входит также датчик температуры воды с достаточно малой инерционностью, допускающей работу в режиме зондирования с борта плавсредства. Измеритель одинаково работает в придонной зоне с относительно малыми скоростями течений и в верхней волновой зоне, осуществляя цифровое векторное осреднение. Малые скорости течений от 0,5 см/с эффективно измеряются благодаря высокой чувствительности ротора Савониуса, работающего в разгруженном режиме. К измерителю прилагается программное обеспечение на CD-диске.

Технические характеристики измерителя «Вектор-2»:

- скорость течения, $V_{изм}$, см/с. . . .. .от 1 до 150;

- предел допускаемой погрешности

канала измерений скорости течения, см/с. . . . . .±(1+0,04·$V_{изм}$);

- диапазон канала измерений направления течения от 0° до 360°;

- предел допускаемой погрешности

канала измерений направления течений, ... ±7,0 °;

- ориентация относительно магнитного

меридиана . . . . . .от 0° до 360°;

- рабочий диапазон угла отклонения

корпуса от вертикали, ...от 0° до 30°;

- диапазон канала измерения

гидростатического давления, мПа. . . . . от 0 до 2,5;

- диапазон измерений температуры

воды, °С. . . . . от минус 2 до 28;

- объем памяти, Мбит 1;

- периодичность циклов измерения, мин. 0,5; 5; 10; 30;

- срок автономной работы, г. 1;

- габариты: диаметр, высота, мм. . . . . .Ø90×420;

- масса, кг не более. 4,5;

- межповерочный интервал, г . . . . . 1.

7.6.7 Для длительной, правильной и безотказной работы измерителей, устанавливаемых на АБС, необходимо соблюдать все правила при постановке АБС и четко следовать инструкциям по эксплуатации приборов и оборудования, вовремя проводить их техническое обслуживание и поверку.

7.6.8 Результаты измерений автономных приборов переносятся из памяти автоматизированного СИ в журнал наблюдений или в компьютер для дальнейшей обработки.

8 Обработка рейдовых наблюдений

8.1 Обработка показаний термометра для поверхностного слоя воды

8.1.1 Начальные отсчеты термометра ТМ-10 исправляются инструментальными поправками. Эти поправки указываются в свидетельстве о поверке, придаваемом к каждому термометру. Поправки даются только для нескольких точек шкалы, поэтому на практике составляется рабочая таблица поправок (см. таблицу 8) для каждого термометра, проинтерполированная до 0,1°. Инструментальные поправки алгебраически (со своим знаком) прибавляются к начальному отсчету.

Т а б л и ц а 8 – Пример заполнения рабочей таблицы поправок термометра

Начальный отсчет по термометру, ºС	Инструментальная поправка, ºС	Принятое значение температуры воды, ºС
1,0	+0,1	1,1
5,0	–0,1	4,9
–1,0	+0,2	–0,8
–0,8	–0,2	–1,0

8.2 Обработка показаний глубоководных термометров

8.2.1 Обработка показаний глубоководных термометров может осуществляться как вручную, так и с применением компьютерной программы, позволяющей значительно упростить и ускорить обработку данных измерений. Такая программа создана и успешно применяется Северо-Западным УГМС.

8.2.2 Обработка показаний глубоководных термометров заключается:

- во введении инструментальных поправок в начальные отсчеты по основному и вспомогательному термометрам;

- в вычислении редукционной поправки *К;*

- в вычислении поправки на коэффициент расширения стекла термометров (в случае необходимости);

- в получении принятых значений температуры воды.

8.2.3 Инструментальные поправки приводятся в свидетельстве о поверке, придаваемом к каждому термометру. Поправки даются для нескольких точек шкалы термометра, поэтому на практике обычно составляются рабочие таблицы поправок, интерполированные до 0,01 °С для основного термометра и до 0,1 °С для вспомогательного. Найденные по рабочей таблице поправки алгебраически прибавляются к начальному отсчету.

8.2.4 Редукционная поправка *К,* °С, вводится для учета изменения длины столбика ртути за счет разности его температуры в момент отрыва ртути и в момент отсчета, определяется по формуле

$$K = \frac{(T + Vol)\cdot(T - t)}{n}\left[1 + \frac{T + Vol}{n}\right] \qquad (11)$$

где T – отсчет по основному термометру, °С;

Vol – объем оторвавшегося столбика ртути при 0 °С, выраженный в °С (указывается в свидетельстве о поверке и на приемнике капилляра основного термометра);

t – отсчет по вспомогательному термометру, °С;

$1/n$ – коэффициент относительного объемного расширения стекла термометра.

Перед определением редукционной поправки в показания основного и вспомогательного термометров вводятся инструментальные поправки.

Редукционные поправки, так же как и инструментальные, вводятся только во вторые отсчеты термометров.

8.3 Обработка измерений скорости и направления морских течений

8.3.1 Измерение поверхностного течения поплавочным методом сводится к измерению направления движения поплавка его пеленгованием с помощью судового компаса. В полученный угол вводится поправка на магнитное склонение и девиацию. Так как направление течения определяется по формуле «куда направлено», пеленг на поплавок соответствует направлению течения. Для получения надежных результатов пеленг на поплавок берется 2–3 раза. Скорость движения поплавка в поверхностном слое вычисляется путем деления длины вытравленного линя в метрах (расстояние между первой–второй и первой–третьей марками) на время выхода этих марок.

При измерении поплавками глубинных течений на пару поплавков действует глубинное и поверхностное течения. Под их действием поплавки перемещаются по направлению их равнодействующей. Поэтому обработка этих наблюдений производится графическим способом. Из точки О на прямой север–юг, принятой за меридиан, согласно рисунку 34, в произвольном масштабе откладывают вектор ОА, изображающий по направлению и величине скорость и направление течения в поверхностном слое, и равнодействующую ОС, изображающую скорость и направление движения глубинной пары поплавков (в том же масштабе, что и вектор ОА). Соединив точки А и С и отложив на продолжении линии АС отрезок СВ=АС, соединяют точку В с точкой О. Вектор ОВ по величине и направлению указывает скорость и направление глубинного течения.

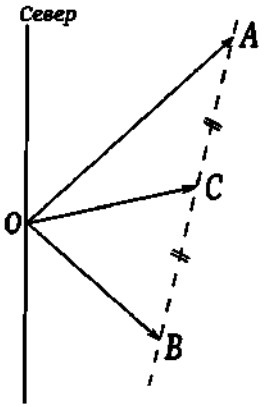


Рисунок 34 – Графический способ обработки измерений течений поплавочным методом

8.3.2 Обработка измерений течений вертушечным методом (с использованием ВММ) начинается с критического просмотра данных. При этом:

а) выясняется соответствие числа оборотов винта числу выпавших шариков. Так как число оборотов винта пропорционально числу выпавших шариков, выпадение одного шарика соответствует 33–34 оборотам винта. Если это соответствие нарушено, наблюдения берут под сомнение. Иногда несоответствие числа шариков и оборотов винта получается в результате ошибочного отсчета счетчика. Следует иметь в виду, что показания среднего счетчика нарастают не по часовой стрелке, как на двух крайних счетчиках, а в обратном направлении;

б) при наличии продолжительных сильных течений, а также при смене приливных течений отбрасываются показания счетчика единичных шариков, уклоняющихся от крайних пределов секторов преобладающего выпадения шариков больше, чем на 90°. При продолжительных слабых течениях необходимо учитывать показания всех выпавших шариков независимо от их разброса по секторам;

в) устанавливается способ обработки. Арифметический способ применяется только при обработке устойчивых течений при малом угле разброса шариков, т. е. при малом угле между крайними секторами, в которые выпали шарики. Если этот угол больше (30° + 4n), где n – общее число выпавших шариков, применяется геометрический способ обработки.

8.3.2.1 Обработка показаний ВММ арифметическим способом:

- определяют число оборотов винта в секунду с точностью до 0,01. Для этого разность отсчетов конечного и начального показаний счетчика оборотов делят на продолжительность измерения, т. е. на время между посылкой первого и второго грузиков;

- по полученному числу оборотов в секунду по тарировочному свидетельству вертушки находят скорость течения с точностью 0,01 м/с. В практике по заводскому тарировочному свидетельству строят рабочую таблицу, интерполированную через 0,01, с которой снимают значение скорости течения;

- для вычисления среднего магнитного азимута направления течения номер сектора компасной коробки умножают на число выпавших шариков. Сумму произведений делят на общее число выпавших шариков и результат умножают на 10. С округлением до целых градусов получают направление течения.

Пример - В компасную коробку выпало 20 шариков: 3_8, 4_7, 5_5. Направление течения (куда) составляет $(3\cdot8+4\cdot7+5\cdot5)/(8+7+5)\cdot10=38°$

Если шарики в компасной коробке распределяются так, что часть попадает в первые секторы, а часть в последние, то к номеру первых секторов прибавляется 36.

Пример - В компасную коробку выпало 16 шариков: 33_1, 34_2, 35_3, 0_6, 1_3, 2_1. Направление течения (куда) составляет

$(33\cdot1+34\cdot2+35\cdot3+36\cdot6+37\cdot3+38\cdot1)/(1+2+3+6+3+1)\cdot10=357°$

Если в результате вычислений получается величина, большая 360°, из нее следует вычесть 360°. Например, при вычислении получилось 365°, тогда направление течения равно 365°– 360° = 5°. Истинное направление течения (куда) получается путем введения в магнитное направление поправки на склонение компаса, указанное на штурманской карте последнего года издания. Величина склонения компаса прибавляется к магнитному направлению, если склонение восточное, и отнимается, если оно западное.

8.3.2.2 Обработка показаний ВММ геометрическим способом:

- средняя скорость течения вычисляется арифметическим способом;

- располагают секторы, в которые выпали шарики, в возрастающем порядке, а номера для их перевода в градусную меру умножают на 10 и строят график, как показано на рисунке 35. Из начала координат откладывают вектор, направление которого соответствует первому сектору, а величина – числу шариков, выпавших в этот сектор. От конца первого вектора таким же образом строят второй вектор, соответствующий второму сектору, и т. д. до последнего.

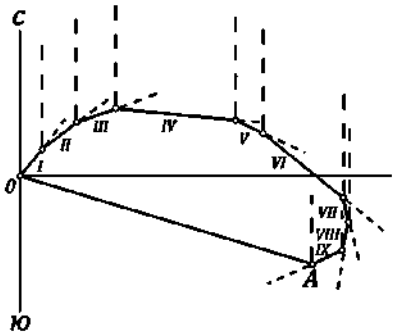


Рисунок 35 – Векторный график для определения результирующего течения графическим способом

Линия, соединяющая начало координат с концом последнего вектора, представляет собой вектор результирующего течения (на рисунке ОА). Угол между вертикальной осью координат и направлением этого вектора, снятый по часовой стрелке, есть азимут результирующего течения. Введением в этот угол поправки на магнитное склонение (так же как и при арифметическом способе) определяется истинное направление течения;

- для определения истинной скорости течения, прежде всего, вычисляют коэффициент рассеивания шариков *l*/*n*, в котором *l* – длина вектора результирующего течения, снятая с графика в принятом масштабе с точностью до 0,1, а *n* – общее число выпавших шариков. Коэффициент рассеивания дает истинную скорость течения.

Пример - В компасную коробку выпало 17 шариков: 3_1, 5_2, 6_2, 10_4, 11_2, 14_3, 17_1, 19_1, 22_1. Средняя скорость течения по счетчику оборотов и тарировочной таблице 0,42 м/с; угол разброса шариков равен (22–3)·10= 190°; 30+4·17= 98°; 190°>98°, поэтому обработка ведется геометрическим способом. Приняв масштаб 1 шарик - 1 см, получают исходные величины для построения векторного графика: 30°- 1 см; 50° - 2 см; 60° - 2 см; 100° - 4 см; 110° - 2 см; 140° - 3 см; 170° - 1 см; 190° - 1 см; 220° - 1 см. Построив векторный график, измеряют угол СОА = 107° (магнитный азимут) и длину отрезка - ОА = 11,4 см. Угол СОА исправляют на магнитное склонение, равное 7° зап. Истинный азимут 107°– 7° = 100°. Длину отрезка ОА умножают на 0,42, делят на общее число шариков и получают истинную скорость течения: (11,4·0,42)/17 = 0,28 м/с

8.4 Особенности обработки данных CTD-зондов

8.4.1 При выполнении на рейдовых станциях гидрологических разрезов при помощи CTD-зондов, необходимо учитывать ошибки, возникающие при измерении температуры и электропроводности воды. Динамическая погрешность, возникающая при зондировании слоя воды,

главным образом связана с инерционностью датчиков температуры, устанавливаемых на CTD-зондах. При высоком уровне динамических погрешностей, практически невозможно определять соленость и плотность с высокой точностью без предварительной обработки данных CTD-зондирования. При расчете профиля солености в температурном градиентном слое, как правило, возникает ложная структура (псевдоструктура) солености за счет динамической рассогласованности инерционных характеристик датчиков электропроводности и температуры. Стандартные методы коррекции CTD-данных не всегда позволяют устранить эту псевдоструктуру, которая имеет вид ложных экстремумов солености.

8.4.2 Величина погрешности напрямую зависит от степени инерционности датчика, скорости зондирования и стратификации слоя морской воды. Чем меньше инерционность и скорость опускания или подъема зонда, тем меньше будет эта погрешность и тем точнее полученные данные и построенная TS-диаграмма. Особенно это важно учитывать при больших вертикальных градиентах, наблюдающихся в слое скачка в сезонном термоклине.

8.4.3 Для минимизации погрешностей измерения необходимо выдерживать CTD-зонд на стандартных горизонтах при выполнении рейдовых наблюдений, как при его опускании, так и при подъеме. Время выдержки прибора на каждом горизонте зависит от инерционности первичного преобразователя температуры и обычно не превышает 1 минуты.

При обработке данных зондирования берется среднее значение из величин измеренного параметра на заданном горизонте при опускании и при поднятии прибора.

8.4.4 При работе с зондом, записи и обработке информации следует строго следовать инструкциям завода-изготовителя. Прибор должен быть снабжен руководством по эксплуатации и руководством пользователя. Пользовательский интерфейс для управления зондом и вывода

измеряемой информации и ее обработки входит в программное обеспечение и поставляется при покупке прибора.

8.4.5 К выполнению измерений могут быть допущены лица, прошедшие специальную подготовку по их техническому обслуживанию и использованию и имеющие навыки работы с программным обеспечением на персональном компьютере. При выполнении измерений необходимо соблюдать правила техники безопасности в соответствии с правилами [1] и РД 52.04.316 (раздел 7), а также соблюдать требования руководств и инструкций по эксплуатации зонда.

8.4.6 Перед началом измерений проводят внешний осмотр зонда. Не должно быть внешних видимых повреждений и загрязнений прибора. Особое внимание необходимо уделять целостности и чистоте датчиков электропроводности и температуры. В случае обнаружения внешних дефектов и повреждений датчиков использование прибора для измерений не допускается и он подлежит ремонту и проведению поверки. Допускается применять зонды, имеющие действующие свидетельства о поверке с указанием даты ее проведения. Использование средств измерения с просроченными датами поверки не допускается.

8.4.7 Перед погружением зонда в воду необходимо проверить заряд аккумуляторных батарей, рабочее напряжение должно соответствовать значениям, указанным в паспортных данных. Также нужно убедиться в качестве и стабильности получаемых данных. Для этого на борту плавсредства зонд переводится в режим измерений (частота опроса датчиков в режиме зондирования должна быть не меньше 1 Гц) на несколько минут в воздухе. После этого считывается и анализируется полученная информация. Показания канала гидростатического давления должны быть равны нулю (при установке автоматической компенсации атмосферного давления). Температура должна соответствовать температуре воздуха, а вычисленное показание солености должно быть близ-

ко к нулю (не более 0,01–0,02 пес). Все показания должны быть стабильными.

8.4.8 После проверки зонда на работоспособность прибор надежно крепится к тросу лебедки с помощью скобы. Винт скобы необходимо зашплинтовать проволокой или полимерной стяжкой для предотвращения его раскручивания и потери прибора. Зонд опускают в поверхностный слой воды, устанавливают счетчик троса на лебедке на нуль, выдерживают прибор 1–2 минуты, после чего выполняют зондирование до заданных глубин. Глубины контролируют по счетчику длины вытравленного троса с учетом его угла наклона. Глубина погружения зонда не должна превышать значений, указанных в паспортных данных на него. Для получения точных данных температуры воды и солености на заданных горизонтах, зонд при опускании выдерживают не менее 1 минуты на каждом из них. При подъеме прибора его выдерживают на тех же горизонтах для сравнения данных измерений и оценки погрешности. Окончательным результатом измерения является среднеарифметическое значение двух измерений. Фиксируется время начала и конца зондирования, координаты станции. Глубина погружения зонда по счетчику лебедки корректируется по показаниям глубин гидростатического датчика давления, скомпенсированного на атмосферное давление.

8.4.9 По окончании работ зонд необходимо тщательно промыть пресной теплой водой, а затем дистиллированной, особенно датчики электропроводности и температуры для предотвращения солевых отложений на поверхности датчиков, в канале датчика электропроводности. После полного высыхания и снятия показаний прибор положить в кейс.

8.4.10 Вывод на компьютер и обработка данных зондов проводится с помощью программного обеспечения, поставляемого заводом-изготовителем. Данные измерений первичных преобразователей (датчиков) в виде цифрового кода, поступающих с зонда, пересчитываются в значения физических величин измеряемых параметров морской среды

по соответствующим градуировочным характеристикам с известными градуировочными коэффициентами, которые должны быть занесены в соответствующие файлы программного обеспечения и записаны в формулярах первичной заводской, либо повторных поверок. Для расчетов солености морской воды используются формулы ШПС-78 по ГСССД-77. Как правило, обработанные данные сохраняются в виде табличной формы в формате Microsoft Office Excel в файлах с расширением .xls (xlsx), что позволяет производить соответствующую обработку полученных данных и распечатывать итоговую таблицу, включающую дату и время измерения, координаты станции, глубину станции, глубину горизонта измерения, вычисленную температуру и соленость на горизонте (среднеарифметическое значение двух измерений – при опускании и подъеме зонда).

8.4.11 Периодически, не реже одного раза в месяц, а также в случаях сильного удара зонда о борт судна или другие предметы, следует проверять стабильность показаний зонда. Для этого можно использовать ведро или другую емкость объемом не менее 10 л. Следует налить морскую воду и выдержать емкость с водой в закрытом помещении при комнатной температуре в течение времени, необходимого для приобретения морской водой значения температуры окружающей среды. Температура должна контролироваться поверенным ртутным контрольным термометром, погруженным в воду. Вода должна перемешиваться.

После достижения стабильных показаний термометра включить зонд (режим зондирования) и погрузить в воду на 5–10 минут. Параллельно контролировать стабильность температуры воды контрольным термометром (резервуар термометра должен быть расположен как можно ближе к датчику температуры зонда). После окончания измерений снять показания прибора и обработать. Показания датчика давления, температуры и электропроводности должны быть стабильными. Значение температуры, измеренной зондом, должно быть близко к измерен-

ной ртутным термометром. Соленость воды определяется в гидрохимической лаборатории электрометрическим или весовым методом, путем выпаривания пробы и взвешивания сухого остатка на аналитических весах. Значения солености, пересчитанные по электропроводности, измеренной зондом, должны быть близки к данным лабораторных определений. Показания датчика гидростатического давления должны быть близки к нулю (при компенсации атмосферного давления).

8.4.12 К выполнению измерений могут быть допущены лица, прошедшие специальную подготовку по техническому обслуживанию и использованию CTD-зондов.

8.5 Особенности измерения и обработки данных АДПТ

8.5.1 Принцип действия АДПТ основан на измерении величины доплеровского сдвига частоты. Он реализован с помощью импульсного зондирования водной толщи снизу вверх или сверху вниз двумя или более остронаправленными лучами. Сигналы, отраженные от неоднородностей в водной толще, несут информацию о скорости течений в виде доплеровского сдвига несущей частоты излучения. Каждый из ортогональных лучей измеряет соответствующую проекцию горизонтальной составляющей вектора скорости течения с разбивкой по слоям на дистанции до 1 км. Дистанция до слоев определятся по временной задержке. Скорость течения линейно зависит от величины доплеровского сдвига несущей частоты излученного сигнала.

8.5.2 Для введения поправки при расчете расстояния до горизонта АДПТ получает информацию о значениях температуры и солености от собственных датчиков и рассчитывает по ним значение скорости звука. Процедура измерения профиля векторов скорости течения относится к косвенным измерениям. Измерения также требуют знания дополнительных параметров: температура, соленость, скорость звука, угол отклоне-

ния прибора от вертикали, координаты, скорость плавсредства и др. Дополнительные параметры измеряются с помощью специальных средств: датчиков наклона, маятников, систем позиционирования и т.д., интегрированных в состав АДПТ. На основе этой информации рассчитываются вектора скорости течения воды, и формируется профиль скорости течения, который содержит следующие параметры: вектор скорости течения, горизонт измерения вектора скорости течения, географические координаты места проведения эксперимента.

Указанные параметры, взятые вместе, образуют общий профиль скорости течения, являющийся результатом измерения.

8.5.3 АДПТ должен быть снабжен комплектом сопроводительной документации: руководствами по эксплуатации и руководствами пользователя.

Пользовательский интерфейс для управления АДПТ и вывода измеряемой информации и ее обработки входит в прилагаемое программное обеспечение. К выполнению измерений могут быть допущены лица, прошедшие специальную подготовку по техническому обслуживанию и использованию АДПТ.

9 Оформление и передача материалов рейдовых наблюдений

9.1 На судне производится фиксирование результатов наблюдений на рейдовых станциях, введение необходимых поправок, заполнение наблюдательских книжек, журнала наблюдений, журнала отбора проб, обработка записей автоматических измерителей.

9.2 Окончательно принятые результаты гидрологических и гидрохимических наблюдений, включая информацию о загрязняющих веществах, заносятся в компьютер в формате Excel-таблиц. Единицы измерения, в соответствии с 4.3.1, указываются в шапке таблицы. Подготов-

ленный лист в файле database.xls с указанием параметра и единиц измерения для каждого столбца разработан в ФГБУ «ГОИН» и высылается владельцу собранной в ходе рейдовых наблюдений информации о гидрохимическом состоянии и загрязнении по запросу.

9.3 Информация о выполненных анализах в отобранной пробе заносится последовательно в одну строку Excel-таблицы, каждая из ячеек которой содержит следующие сведения:

- номер станции;
- регион (текст);
- год (ГГГГ);
- месяц (ММ);
- день (ДД);
- время (ЧЧ:ММ);
- широта (в градусах, минутах, секундах);
- долгота (в градусах, минутах, секундах);
- глубина моря, м;
- горизонт отбора, м;
- температура воды, °С;
- относительная прозрачность (глубина погружения диска Секки по 6.8), м;
- цвет моря (номер по шкале цветности согласно 6.8);
- соленость, пес;
- массовая концентрация хлоридов, мг/дм^3;
- объемная концентрация растворенного кислорода, см^3/дм^3;
- степень насыщения растворенным кислородом, %;
- водородный показатель, ед. pH;
- общая щелочность, ммоль/дм^3 ;
- массовая концентрация взвешенных веществ, мг/дм^3;
- мутность, ЕМ/дм^3
- $БПК_5$, мг/дм^3;

- объемная доля сероводорода, $см^3/дм^3$;
- массовая концентрация общего азота, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация азота нитритного, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация азота нитратного, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация азота аммонийного, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация фосфатов, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация общего фосфора, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация кремния, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация хлорофилла *a*, феофитина *a*, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация нефтяных углеводородов, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация СПАВ (детергентов), $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация фенолов, $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ, ДДЭ, ДДД, γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ), $мкг/дм^3$;
- массовая концентрация тяжелых металлов (железо, марганец, хром, ртуть, свинец, кадмий, медь), $мкг/дм^3$;
- температура воздуха, $^0С$;
- влажность воздуха абсолютная, гПа; относительная, %;
- атмосферное давление, гПа;
- направление ветра, град; скорость ветра, м/с;
- толщина льда и снега, см;
- скорость течения, см/с; направление течения, град;
- высота волн, м; период волн, с;
- облачность, видимость (текст).

9.4 После завершения набивки Excel-таблицы пересылаются в УГМС (ЦГМС), где проводится их полный анализ и окончательная проверка на ошибки. После окончания проверки качества данных и выявления ошибок файл с данными передается в ФГБУ «ГОИН» согласно [7].

Морские УГМС, выполняющие рейдовые наблюдения, предоставляют информацию о состоянии и загрязнении морских вод в заинтересованные органы в сроки и с периодичностью, установленными в этом приказе [7].

Библиография

[1] Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета. - Л: Гидрометеоиздат,1983

[2] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при взрывных работах"

[3] Руководство по эксплуатации ИЛАН.416431.010 РЭ Комплекс гидрологический ГРС-3М

[4] Методика поверки Электросолемер ГМ-2007 ЯИКТ.414311.001.Д

[5] Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 723 с.

[6] Океанографические таблицы (4-е издание). Л.: Гидрометеоиздат, 1975. - 477 с.

[7] Порядок подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды, утвержденный Приказом Росгидромета от 31.10.2000 N 156

Ключевые слова: рейдовые гидрометеорологические наблюдения, отбор проб, пробы воды, плавсредство, измерение температуры, определение солености, измерение течений, гидрохимические наблюдения, загрязняющие вещества, буйковая станция, батометр, зонд, акустический измеритель, эхолот, определение координат, GPS приемник, обработка наблюдений, представление информации

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер страницы				Номер регистрации изменения в ГОС, дата	Подпись	Дата	
	измененной	замененной	новой	аннулированной			внесения изменения	введения изменения