

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный инженер
ФГУП «Адмиралтейские верфи»

_____ Ю.Н. Пересветов

« ____ » _____ 2008г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор
ООО «АМІКО Комплект»

_____ В.Д. Юрков

« ____ » _____ 2008г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

*на модернизацию плавучего дока «Луга» проекта 1779
посредством оборудования его компьютерной системой управления и контроля
балластной системы*

1. НАИМЕНОВАНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- 1.1 Настоящее ТЗ распространяется на разработку технической документации, комплектацию, поставку, монтаж и наладку Компьютерной системы управления и контроля балластной системы дока «САДКО-Док» (далее по тексту КСУ БСД).
- 1.2 КСУ БСД предназначена для измерения и контроля уровней воды в балластных отсеках, осадки, крена, дифферента, прогиба-перегиба, а также автоматизированного и автоматического управления доковыми операциями стального спуско-ремонтного плавучего дока «Луга» (далее по тексту ПД) проекта 1779 с целью обеспечения безопасности его эксплуатации.
- 1.3 Основанием для выполнения работы является контракт №03/08-К от 18 апреля 2008 года и настоящее техническое задание (ТЗ).
- 1.4 Технические характеристики ПД.

Длина по стапель-палубе	92,8 м
Ширина по наружным бортам понтона	35,0 м
Высота от основной плоскости понтона до верхней кромки кильблоков	6,8 м
Высота от основной плоскости понтона до стапель-палубы	5,4 м
Осадка дока при предельном погружении	19,4 м
Осадка дока порожнем	3 м
Силовая установка дока – главные дизель-генераторы 380В, 50Гц	3 шт. по 300 кВт
Балластных отсеков	24 шт.
Отсечных клинкетов	24 шт.
Приемных клинкетов	4 шт.
Отливных клинкетов	4 шт.
Балластных насосов	4 шт.

2. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

- 2.1 КСУ БСД должна удовлетворять требованиям «Правил» Российского Речного Регистра 2002 года и «Правил классификации и постройки морских судов» Российского Морского Регистра Судоходства 2005 года. Техническая документация должна быть согласована, а работы по монтажу и наладке должны выполняться под наблюдением Российского Речного Регистра (РРР). Система автоматики морского исполнения в целом должна быть одобрена РРР для установки ее на доке.
- 2.2 Настоящее ТЗ по согласованию сторон может корректироваться в процессе привязки и комплектования системы.
- 2.3 КСУ БСД в целом должна быть одобрена Российским Речным Регистром (далее по тексту РРР). Допускается согласование технической документации и классификационное одобрение на стадии изготовления системы осуществлять Российскому Морскому Регистру Судоходства (далее по тексту РМРС) с последующим признанием РРР.
- 2.4 Фирма поставщик должна выполнить контроль качества всех производимых технических средств.

2.5 Испытания.

Заводские испытания:

Все составляющие системы управления должны пройти заводские испытания на предприятии-изготовителе (с помощью имитатора) для получения классификационного одобрения.

Приемо-сдаточные испытания:

Приемо-сдаточные испытания производятся на доке после наладки системы управления представителями фирмы-поставщика в два этапа:

Первый этап – швартовные испытания у стенки завода с помощью имитации.

Второй этап – «ходовые» испытания по прямому назначению с погружением и всплытием.

2.6 Отличительные планки и информация на дисплее.

2.6.1 Панели, тумблеры, кнопки, ручки управления, лампы сигнализации и клавиатура системы управления должны иметь надписи на русском языке.

2.6.2 Вывод буквенно-цифровой информации на дисплей и принтер должен осуществляться на русском языке.

2.7 Вся разрабатываемая документация поставляется в адрес Заказчика в трех экземплярах на русском языке и должна включать в себя:

- программу и методику проведения швартовных и ходовых испытаний;
- руководство по эксплуатации;
- функциональное описание;
- схемы электрические соединений;
- схемы электрические подключения;
- инструкцию по тарировке прогибомера;
- инструкцию по устранению неполадок;
- монтажные чертежи, марки и сечение кабелей, рекомендации по прокладке кабелей;
- комплект сертификатов РМРС и РРР.

Также в одном экземпляре для каждого щита должна поставляться фотосхема.

2.8 Требования к конструктивному устройству.

2.8.1 Условия окружающей среды.

- Температура наружного воздуха: $-25^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$;
- Оборудование должно исправно работать при следующих параметрах:
- температура в насосном помещении (сухих отсеках): $0^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$;
 - температура в центральном посту управления (ЦПУ): $15^{\circ}\text{C} \dots +45^{\circ}\text{C}$;
 - относительная влажность воздуха не более 98%.

2.9 Исполнение приборов и устройств.

2.9.1 Исполнение приборов и устройств, устанавливаемых в сухих отсеках не ниже IP44.

2.9.2 Исполнение приборов и устройств, устанавливаемых в помещении ЦПУ, не ниже IP20 в соответствии с Правилами РРР и ГОСТ 14254-80.

2.10 При жестком креплении оборудование должно отвечать требованиям РРР по допустимому уровню вибрации и ударных нагрузок.

2.11 Оборудование должно быть проверено на соответствие требованиям РРР на

электромагнитную совместимость.

- 2.12 Оператор должен производить часто повторяемые манипуляции кнопками управления и осуществлять наблюдение за приборами в положении сидя. В конструктивном исполнении рабочее место оператора должно представлять собой стол с установленными на нем приборами и устройствами. При этом должны быть учтены современные требования инженерной психологии, технической эстетики и выполнены требования ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя».
- 2.13 Масса, габаритные и установочные размеры должны быть минимальны.
- 2.14 Датчики, кабельные трассы, измерительные приборы имеющейся на ПД неисправной системы «Лабко» подлежат демонтажу и утилизации. Их вторичное использование не допускается.
- 2.15 Система КСУ-БСД должна подключаться к существующим цепям управления механизмов (балластных насосов и клинкетов). Старый пост управления в ЦПУ должен быть демонтирован и заменен компьютерным рабочим местом оператора.

3. СОСТАВ КСУ БСД.

Наименование	Кол-во
Рабочая станция оператора, в том числе: <ul style="list-style-type: none">• Компьютер КСУ БСД основной• Компьютер КСУ БСД резервный	1 к-т.
Источник бесперебойного питания 3000 VA	1 шт.
Аккумуляторная батарея 9 Ач/12 в.	1 шт.
Принтер А4	1 шт.
Щит питания	1 шт.
Щит преобразователей тока	1 шт.
Центральный щит автоматики	1 шт.
Местный щит автоматики	4 шт.
Щит сопряжения	4 шт.
Местные посты управления	36 шт.
Кабельные линии связи магнитных пускателей с щитами сопряжения.	~ 100 м
Кабельные линии связи щитов сопряжения с местными щитами автоматики.	~ 50 м
Кабельные линии связи местных с центральным щитом автоматики. Коаксиальный кабель, сеть RIO.	~ 50 м
Кабельные линии связи компьютеров с центральным щитом автоматики. Тип – витая пара.	10 м
Преобразователь гидростатического давления (датчик) для измерения осадки плавдока WKA тип IL-10, Степень защиты IP 68, аналоговый с выходным сигналом 0-20 мА, диапазон измерений 0...16 м., погрешность измерения 0,25% от диапазона, температура измеряемой среды - 25...+80°C, длина штатного кабеля 20 м.;	6 шт.
Подсистема САДКО ДОК, в т.ч.:	
- многоканальный базовый блок;	1 шт.
- блок измерительных преобразователей (датчик) для измерения уровня в балластных цистернах. Погрешность измерения уровня не более ± 10 мм;	24 шт.

- кабельные линии связи БИП с ББ, кабель типа RG11	2000 м.
- кабельные линии связи компьютеров с ББ, кабель типа витая пара.	10 м.

3.1 Функциональное назначение составляющих КСУ БСД

Компьютеры КСУ БСД (основной и резервный) выполняют функции интерфейса оператора, а также хранения журналов событий и измерений.

Компьютеры устанавливаются в ЦПУ, их интерфейс должен быть представлен в виде окон. Основное окно должно содержать технологическую мнемосхему балластной системы дока – с отображением:

- уровней воды в балластных отсеках;
- состояния приемных, отливных и отсечных клинкетов;
- состояния насосов и текущего значения потребляемого тока электродвигателей;
- наглядной визуализации, как будет двигаться балласт по трубопроводам при открытии или закрытии того или иного клинкета;
- осадки, крена, дифферента и параметров деформации.

Мнемосхема используется для проведения доковых операций в дистанционном ручном или автоматическом режимах.

Во вспомогательных окнах отображаются остальные измеряемые и контролируемые параметры, а также поля настройки параметров.

Оператор может вызвать любое окно, как на основном, так и на резервном компьютере.

При выходе из строя основного компьютера управление автоматически переходит на резервный компьютер. При этом на резервном компьютере автоматически должно включиться основное окно, не зависимо от того, какое окно было ранее включено.

Принтер предназначен для вывода служебной информации на печать. Принтер устанавливается в помещении ЦПУ.

Информация, полученная в течение одной доковой операции, должна храниться на компьютере не менее одного месяца.

3.2 Источник бесперебойного питания и аккумуляторная батарея предназначены для обеспечения электроэнергией всех компонентов КСУ БСД при исчезновении основного питания. Устанавливаются в помещении ЦПУ.

3.3 Щит питания выполняет функцию распределения электроэнергии, а также защиты от короткого замыкания с помощью автоматических выключателей. Устанавливается в ЦПУ.

3.4 Щиты сопряжения служат связующим звеном между периферийным оборудованием (насосы, клинкеты) и местными щитами автоматики. Устанавливаются в насосных помещениях.

3.5 Местные щиты автоматики служат связующим звеном между щитами сопряжения и центральным щитом автоматики. Устанавливаются в **помещении под ЦПУ**.

3.6 Центральный щит автоматики содержит основной и резервный программируемые логические контроллеры (ПЛК), которые выполняют автоматические алгоритмы управления КСУ БСД, а также служат связующим звеном между компьютерами КСУ БСД и местными щитами автоматики. Устанавливается в ЦПУ.

- 3.7 Многоканальный базовый блок служит связующим звеном между блоками измерительных преобразователей и компьютерами КСУ БСД. Устанавливается в ЦПУ.
- 3.8 Блоки измерительных преобразователей (датчики уровня) предназначены для измерения уровня воды в балластных отсеках. Устанавливаются на места демонтированных датчиков уровня «Лабко».
- 3.9 Датчики гидростатического давления предназначены для измерения осадки дока. Датчики устанавливаются в обсадных трубах, которые в свою очередь смонтированы побортно в носу, корме и по миделю.

4. ТРЕБОВАНИЯ К КСУ БСД.

- 4.1 После монтажа оборудования на ПД должен быть обеспечен постоянный контроль:
 - осадки в шести точках (нос, мидель и корма каждого борта);
 - уровня балласта в каждом из балластных отсеков;
 - деформацию корпуса ПД;
 - крена и дифферента.
- 4.2 Информация об осадках ПД, его крене и дифференте, стрелке прогиба корпуса ПД, уровня балласта в отсеках должна представляться в графическом и цифровом виде на экране монитора операторской станции, размещаемой в ЦПУ ПД, а также предусмотрена возможность получения ее твердой копии.
- 4.3 Должно быть обеспечено оперативное получение информации о достижении ПД следующих эксплуатационных ограничений:
 - предельная глубина погружения ПД;
 - максимально допустимый крен ПД;
 - максимально допустимый дифферент ПД;
 - заданная оператором глубина погружения ПД (не более предельной).

При достижении ПД любого из ограничений помимо предупредительной информации на экране монитора операторской станции должна быть обеспечена звуковая (с помощью аудио колонок компьютера) и световая (на экране монитора) сигнализация, а также фиксирование события в журнале с возможностью последующего просмотра и распечатки (по запросу оператора) с указанием времени события. Также должна быть обеспечена выдача сигнала в доковую систему авральная сигнализации.

Достижение максимальной стрелки прогиба-перегиба корпуса ПД должно сигнализироваться предупреждением, без остановки доковой операции и без подачи сигнала в авральную доковую систему.

- 4.4 Программное обеспечение, являющееся неотъемлемой частью устанавливаемых на ПД технических средств, должно обеспечивать:
 - представление информации, указанной в пп. 4.2–4.3, в виде, согласованном с Заказчиком и РРР;
 - возможность санкционированного доступа для корректировки эксплуатационных ограничений;
 - возможность послепродажного обслуживания.
- 4.5 Все управляемые механизмы (балластные насосы и клинкеты) должны быть

оснащены местными постами управления с переключателем режима «Местный/Дистанционный», кнопками «Открыть» и «Закрыть» для клинкетов, и кнопками «Пуск» и «Стоп» для насосов. При установке переключателя режима в положение «Местный» возможно управление только от кнопок местного поста, а сигналы из ЦПУ игнорируются.

- 4.6 Должна быть обеспечена сигнализация срабатывания моментной муфты при закрытии клинкетов.
- 4.7 Для управления механизмами ПД и получения от них сигналов обратной связи должен использоваться программируемый логический контроллер (ПЛК) с модулями дискретных вводов и выводов, и модулями аналоговых входов для получения сигналов от манометрических датчиков осадки и преобразователей тока, измеряющих ток электродвигателей балластных насосов.
- 4.8 Для всех механизмов должен быть обеспечен контроль напряжения в силовой цепи и цепи управления, с отображением в мнемосхеме на экране компьютеров. При отсутствии напряжения управление данным механизмом должно быть запрещено.

5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АЛГОРИТМУ УПРАВЛЕНИЯ КСУ БСД.

5.1 Общие требования.

- 5.1.1 Система должна иметь функции самодиагностики.
- 5.1.2 Достижение предаварийных значений крена, дифферента, а также стрелки прогиба-перегиба корпуса ПД, должно сигнализироваться предупреждением и фиксироваться в журнале событий.
- 5.1.3 Все нештатные состояния (аварии, предупреждения, отказы, запрет управления) должны прекращаться и работа механизмов продолжаться после пропадания условия, вызвавшего данное состояние. Другими словами, нештатные состояния не должны запоминаться и требовать сброса оператором.
- 5.1.4 При недопустимых сочетаниях состояний устройств (например, для насоса при минимальном уровне в балластных отсеках) соответствующие устройства должны блокироваться. При этом устройство останавливается/закрывается, команды в автоматическом режиме для данного устройства не генерируются, и команды ручного режима игнорируются. При пропадании условия блокировки она снимается автоматически. Блокировка может быть разблокирована под ответственность оператора, при этом становится возможным управление в ручном режиме.
- 5.1.5 Переключение управления с основного компьютера на резервный, а также переключение управления с основного ПЛК на резервный, должно осуществляться без потери алгоритма проводимой доковой операции и изменением состояния механизмов.

Примечание: Этот пункт вроде как есть в Регистре, поэтому можно здесь удалить, но для меня лично он был всегда очень важным требованием.

5.2 Управление балластными насосами.

- 5.2.1 Должен быть обеспечен дистанционный ручной пуск и остановка балластных насосов. Автоматический пуск насосов не допускается. Допускается перевод режима работы из ручного в автоматический при работающих насосах. В автоматическом режиме насосы должны останавливаться при достижении заданной глубины всплытия.
- 5.2.2 Насос должен останавливаться и переходить в состояние запрета управления (без возможности разблокировки) при следующих условиях:

- при отсутствии напряжения в силовой или управляющей цепи;
- при работе от местного поста;
- при полной остановке или при операции погружения в автоматическом режиме;
- если закрыт соответствующий отливной клинкет.

5.2.3 Насос должен останавливаться и переходить в состояние блокировки (с возможностью разблокировки) при следующих условиях:

- в момент начала закрытия последнего (или всех одновременно) отсечного клинкета, соответствующего данному насосу;
- полное всплытие и защита от срыва по сухому ходу: минимальный уровень во всех балластных отсеках, соответствующих данному насосу;
- в погружении в ручном режиме.

5.2.4 Соответствие насосов и клинкетов приведено в Приложении 2.

5.3 Управление клинкетами.

5.3.1 При начале операции погружения в ручном или автоматическом режиме должна сниматься блокировка у всех отсечных и приемных клинкетов.

5.3.2 Команды на открытие и закрытие клинкета могут подаваться оператором, если выбран ручной дистанционный режим, или же генерироваться контролером в автоматическом режиме. Команда на закрытие также подается при запрете управления по неправильному режиму и при установке блокировки.

5.3.3 Состояние отказа (отказ не вызывает блокировки или запрета управления) должно определяться по следующим условиям:

- После подачи команды «Открыть» по истечении 5 секунд не пропадает сигнал «Закрыт».
- После подачи команды «Закрыть» по истечении 5 секунд не пропадает сигнал «Открыт».
- Время ожидания закрытия (получение сигнала «Закрыта» после подачи команды «Закрыть») превышает предельное значение (таймаут).
- Время ожидания открытия (получение сигнала «Открыта» после подачи команды «Открыть») превышает предельное значение (таймаут).

5.3.4 Состояние отказа должно запоминаться пока не будет сброшено отключением питания для данного клинкета. Отказ также сбрасывается, если работоспособность клинкета восстановилась автоматически: была подана команда «Открыть» или «Закрыть» (команды управления разрешены при установленном состоянии отказа) и каким-либо образом изменились в течение времени ожидания сигналы обратной связи («Открыт» или «Закрыт») для данного клинкета.

5.3.5 Клинкет должен закрываться и переходить в состояние запрета управления (без возможности разблокировки) при следующих условиях:

- при отсутствии напряжения;
- в режиме «Остановка»;
- при работе от местного поста.

Дополнительно для отливных клинкетов должно быть такое условие запрета управления:

- при погружении в ручном или автоматическом режиме.

Примечание: Мнение Каратеева – не расписывать в ТЗ алгоритм определение отказа, а писать это только в ПЗ

Дополнительно для приемных клинкетов должно быть такое условие запрета управления:

- при всплытии в автоматическом режиме.

5.3.6 Клинкет должен закрываться и переходить в состояние блокировки (с возможностью разблокировки) при следующих условиях:

- авария по крену или дифференту.

Дополнительно для отсечных клинкетов должно быть такое условие блокировки:

- блокировка устанавливается при достижении минимального уровня в балластном отсеке, соответствующем данному клинкету; сбрасывается при повышении уровня выше минимального плюс гистерезис, а также при погружении в ручном или автоматическом режиме.

Дополнительно для приемных клинкетов должно быть такое условие блокировки:

- при всплытии в ручном режиме.

5.4 Полное всплытие/погружение.

5.4.1 При достижении полного всплытия/погружения в автоматическом режиме должна выполняться остановка всех насосов и закрытие всех клинкетов. В ручном режиме достижение полного всплытия/погружения только сигнализируется, но операция остается в прежнем положении, пока ее не переключит оператор.

5.4.2 Состояние полного всплытия должно устанавливаться при всплытии в ручном или автоматическом режиме, если во всех балластных отсеках минимальный уровень и не установлена разблокировка ни одного клинкета.

5.5 Выравнивание и проверка предельных углов.

5.5.1 Для выравнивания углов крена, дифферента и прогиба/перегиба должны закрываться отсечные клинкеты по алгоритму, приведенному в Приложении 3.

5.5.2 Если превышены несколько типов углов (например, и крен, и дифферент), то совместно закрываются отсечные клинкеты соответствующих этапов.

5.5.3 Отсечные клинкеты открываются при переходе через нулевое значение угла, вызвавшего выравнивание, то есть 2-й этап отключаются по переходу через ноль, но не при возвращении до значения 1-го этапа.

5.5.4 Отсечные клинкеты 1-го этапа остаются закрытыми при установке 2-го этапа выравнивания.

5.5.5 При превышении предаварийных значений генерируется сигнал предупреждения. При превышении аварийных значений происходит закрытие и остановка всех механизмов, а для клинкетов устанавливается блокировка с возможностью разблокировки. Состояния предупреждения и аварии сбрасываются автоматически при уменьшении соответствующего параметра ниже 95% от предельного.

5.5.6 В автоматическом режиме выравнивание углов происходит автоматически при превышении предельных значений. В ручном режиме каждый из этапов выравнивания может быть выполнен при подаче соответствующей команды оператора.

5.5.7 На заблокированные клинкеты команды выравнивания не подаются.

5.6 Автоматический режим.

- 5.6.1 При включении операции погружения в автоматическом режиме должна сниматься блокировка и открываться все отсечные и приемные клинкеты. Далее работает алгоритм выравнивания положения дока.
 - 5.6.2 При включении операции всплытия в автоматическом режиме программа должна сразу переходить к алгоритму выравнивания (насосы уже работают, клинкеты открыты в ручном режиме).
 - 5.6.3 При достижении заданной оператором глубины всплытия/погружения в автоматическом режиме должна происходить остановка и закрытие всех механизмов.
- 5.7 Вычисление параметров посадки и прогиба/перегиба.
- 5.7.1 Параметры посадки (крен, дифферент) должны вычисляться с помощью тригонометрических формул по измерениям манометрических датчиков уровня, расположенных в крайних точках ПД (нос, мидель и корма каждого борта). Методика расчета приведена в Приложении 4.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ИНТЕРФЕЙСУ ОПЕРАТОРА.

- 6.1 Оператор должен иметь возможность управления всеми элементами программы как с помощью мыши, так и с помощью клавиатуры.
- 6.2 Неисправности отображаются на технологической схеме мигающим красным цветом. После квитирования звуковой сигнализации мигающий красный световой сигнал переходит в ровное свечение.
- 6.3 Изменение углов выравнивания и заданной осадки должно выполняться без выхода из текущей операции погружения или всплытия.
- 6.4 Программа должна обеспечивать регистрацию в протоколе докования: осадки, крена, дифферента и прогиба (перегиба) дока, изгибающего момента, суммарного объема принятого балласта.
- 6.5 Должен быть предусмотрен режим обучения персонала пользованию программой, обеспечивающий предварительное проигрывание доковых операций.
- 6.6 Должна быть двухуровневая защита программного обеспечения паролем от несанкционированного доступа. Первый уровень – вход в программу с возможностью управления, второй – изменение параметров настройки пользовательского интерфейса и программируемого логического контроллера.

7. ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ.

- 7.1 Гарантийный срок обслуживания КСУ БСД – 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию.
- 7.2 Коэффициент вероятности безотказной работы системы должен составлять 0,95 за 5000 час непрерывной работы.
- 7.3 Безотказность действия БСД “Садко” должна обеспечиваться без непосредственного местного обслуживания периодами по 150 часов на любых режимах непрерывно или с необходимыми по условиям эксплуатации остановками и пусками.

В указанные периоды непрерывной работы допускается выполнять силами штатного личного состава техническое обслуживание с использованием единичного ЗиП без демонтажа, расконсервации системы в целом.

Назначенный ресурс системы 50000 часов.

Назначенный срок службы должен быть не менее 25 лет.

7.4 Ремонтопригодность системы должна обеспечиваться:

- комплектной поставкой специнструмента;
- наличием сменных электроэлементов и блоков, предусмотренных номенклатурой одиночного комплекта ЗиП;
- наличием быстросъемных электрических и конструктивных соединений;
- минимальной затратой труда и времени на техническое обслуживание и восстановление.

8. ЭТАПЫ РАБОТЫ.

8.1 Работы выполняются в два этапа:

8.1.1 На первом этапе:

8.1.2 разрабатывается и согласовывается с РМРС (РРР) технический проект;

8.1.3 разрабатывается и согласовывается с РМРС (РРР) рабочий проект и программы испытаний;

8.1.4 комплектуется и изготавливается оборудование КСУ БСД с последующими заводскими испытаниями с классификационным одобрением РМРС (РРР);

8.1.5 поставка оборудования КСУ БСД на ПД.

8.1.6 На втором этапе:

- монтаж оборудования КСУ БСД;
- пуско-наладка КСУ БСД;
- разработка, согласование и поставка эксплуатационной документации;
- испытания и сдача в эксплуатацию КСУ БСД с предъявлением ее РРР.

Приложение 1. Соответствие балластных насосов и клинкетов.

Насос	Расположение	Клинкеты		
		Приемный	Отливной	Отсечные
БН 1	Нос – носовая часть	25	26	1-2-3-4-5-6
БН 2	Нос - кормовая часть	27	28	7-8-9-10-11-12
БН 3	Корма - носовая часть	29	30	13-14-15-16-17-18
БН 4	Корма - кормовая часть	31	32	19-20-21-22-23-24

Приложение 2. Отсечные клинкеты, используемые для выравнивания ПД.

	Этап, значение по умолчанию	Погружение		Всплытие	
		На левый борт, нос, прогиб	На правый борт, корму, перегиб	На левый борт, нос, прогиб	На правый борт, корму, перегиб
Крен	1-й: выравнивание, 30´	10-16	9-15	9-15	10-16
	2-й: выравнивание, 40´	10-12-16-18	9-11-15-17	9-11-15-17	10-16-12-18
	3-й: ав. отключение, 90´	Сигнализация и полная остановка			
Диф-ферент	1-й: выравнивание, 5´	1-2	23-24	23-24	1-2
	2-й: выравнивание, 8´	1-2-3-4	21-22-23-24	21-22-23-24	1-2-3-4
	3-й: ав. отключение, 30´	Сигнализация и полная остановка			
Прогиб / Перегиб	1-й: выравнивание, 3 см	11-12-17-18	1-2-23-24	1-2-23-24	11-12-17-18
	3-й: предупреждение, 10 см	Сигнализация и полная остановка			

Приложение 3. Методика вычисления параметров посадки и прогиба/перегиба ПД.

Параметрами посадки являются: средняя осадка (в начале координат) T_0 , средняя скорость изменения осадки за последние 2 мин (период усреднения может задаваться), крен Cr и дифферент Df .

Пусть их показания датчиков посадки равны $h_1 \dots h_6$, а координаты соответственно: $(x_1; y_1) \dots (x_6; y_6)$. Ось x – проекция центральной продольной плоскости на плоскость нулевой палубы, направлена в нос. Ось y – проекция плоскости мидельшпангоута на плоскость нулевой палубы, направлена к правому борту. Со знаком плюс считается крен на правый борт (затоплен правый борт), дифферент на нос (затоплен нос), и перегиб (нос и корма внизу, середина вверху).

Тангенсы углов крена, дифферента и средняя осадка находятся из следующих формул:

$$\begin{aligned} tg(Cr) &= (h_2 - h_5) / (y_2 - y_5); \\ tg(Df_1) &= (h_1 - h_3) / (x_1 - x_3); \\ tg(Df_2) &= (h_6 - h_4) / (x_6 - x_4); \\ Df &= (Df_1 + Df_2) / 2; \\ T_0 &= (h_1 + h_4) / 2. \end{aligned}$$

Прогиб/перегиб вычисляется из показаний трех датчиков осадки, находящихся на одной плоскости. Такими датчиками являются БЛ1, БЛ2, БЛ3 или БЛ4, БЛ5, БЛ6. Величина (условная, линейная) прогиба/перегиба вычисляется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} Hogging_1 &= (h_1 + h_3) / 2 - h_2; \\ Hogging_2 &= (h_1 + h_3) / 2 - h_2; \\ Hogging &= (Hogging_1 + Hogging_2) / 2. \end{aligned}$$

С целью уменьшения погрешности вычисляется среднее арифметическое значение для дифферента и прогиба/перегиба.

Для данного дока координаты датчиков осадки в сантиметрах:

$$\begin{aligned} (x_1 = ?; & \quad y_1 = ?), & \quad (x_4 = -?; & \quad y_4 = ?). \\ (x_2 = ?; & \quad y_2 = ?), & \quad (x_5 = -?; & \quad y_5 = ?), \\ (x_3 = -?; & \quad y_3 = ?), & \quad (x_6 = -?; & \quad y_6 = ?). \end{aligned}$$

Схема расположения датчиков приведена на рисунке:

