

УДК 629.5.062.2

МОДЕРНИЗАЦИЯ БАЛЛАСТНО-ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА Т/Х «ИВАН БУТЫРИН» ПРОЕКТА Р33Б

Вожяков Павел Игоревич¹, студент

e-mail: pavel.vozhakov@bk.ru

Погудин Андрей Леонидович^{1,2}, канд. техн. наук, доцент отделения высшего образования, доцент кафедры Информационных технологий и автоматизированных систем

e-mail: pogudin_al@mail.ru

¹ Пермский филиал ФГБОУ ВО «ВГУВТ», Пермь, Россия

² Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

Аннотация. В статье рассмотрен процесс модернизации балластно-осушительной системы вод на т/х «Иван Бутырин» проекта Р33Б. Обоснована необходимость модернизации. Предложен вариант решения проблемы.

Ключевые слова: модернизация, балластная система, осушительная система. Балластно-осушительная система.

MODERNIZATION OF THE BALLAST AND DEWATERING SYSTEM ON THE IVAN BUTYRIN TANKER OF THE R33B PROJECT

Pavel I. Vozhakov¹, student

e-mail: pavel.vozhakov@bk.ru

Andrey L. Pogudin^{1,2}, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Water Transport and Transport Management, Associate Professor of the Department of Information Technology and Automated Systems

e-mail: pogudin_al@mail.ru

¹ Perm Branch of the FSBEI of Higher Education «Volga State University of Water Transport», Perm, Russia

² Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

Abstract. The article discusses the process of modernizing the ballast and dewatering system on the Ivan Butyrin ship of the R33B project. The need for modernization is justified. A solution to the problem is proposed.

Keywords: modernization, ballast system, dewatering system. Ballast and dewatering system.

В современных реалиях, приоритетом на судне является безопасность экипажа и работоспособность судового оборудования, как электрического, так и механического, в том

числе судовых двигателей и дизельгенераторов. Основная масса оборудования и систем необходимых для нормальной и эффективной работы судна находится в машинно-котельном отделении. Там находятся самые ответственные механизмы, которые необходимы не только для работы судна, но и для нормальной и комфортной жизни экипажа. Одной из угроз для оборудования и экипажа являются льяльные воды, уровень которых может подниматься по разным причинам. Поэтому необходимо его отслеживать и принимать своевременные меры по его снижению. Для этого на судах устанавливаются системы контроля и снижения уровня льяльных вод, но на судах, находящихся в эксплуатации длительное время эти системы, являются устаревшими.

Актуальность темы обусловлена необходимостью модернизации балластно-осушительной системы. Преимущества, получаемые от модернизации, позволяют повысить безопасность судоходства, оборудования и экипажа.

Объектом исследования является балластно-осушительная система проекта РЗБ «Иван Бутырин».

Предметом исследования является процесс модернизации балластно-осушительной системы путем обновления и усовершенствования элементной базы.

Цель исследования – провести обоснование модернизации балластно-осушительной системы для повышения безопасности судна.

Задачи: провести анализ предметной области; провести анализ существующей балластно-осушительной системы; сформулировать обоснование модернизации балластно-осушительной системы и пути решения; разработать алгоритм работы балластно-осушительной системы.

Анализ предметной области

Для предотвращения накопления льяльных вод под сланями и откачивания лишней, на судах предусмотрена система для осушения трюмов, эта система называется балластно-осушительной и устанавливается на каждое судно в обязательном порядке. Внутри судна всё время накапливается какое-то количество воды. Это связано с образованием конденсата и другими факторами. В подсланевом пространстве вода может появляться из-за протечек разных труб или сальников насосов, а также с дейдвудных труб. Помимо вышеперечисленных причин главную опасность представляют аварийные ситуации.

Осушительная система как правило состоит из многих частей. К балластно-осушительной системе относятся разные насосы, трубопроводы и средства контроля уровня жидкости. Балластно-осушительная система предусматривается на всех судах. Согласно требованиям РКО РФ, самоходные суда с главными двигателями общей мощностью 220 кВт и более должны иметь не менее двух осушительных механических насосов, один из которых должен иметь принцип независимого (автономного) действия, а другой может иметь привод от главного двигателя. Допускается замена одного из насосов на эжектор. Для осушения допускается использовать штатные балластные насосы, если их производительность соответствует требуемым параметрам. Так же в качестве осушительного средства в МКО может применяться пожарный насос, но только в паре с водоструйным эжектором. На судах встречаются три варианта построения осушительной системы: автономная(а), групповая(б), централизованная(в) (Рисунок 1).



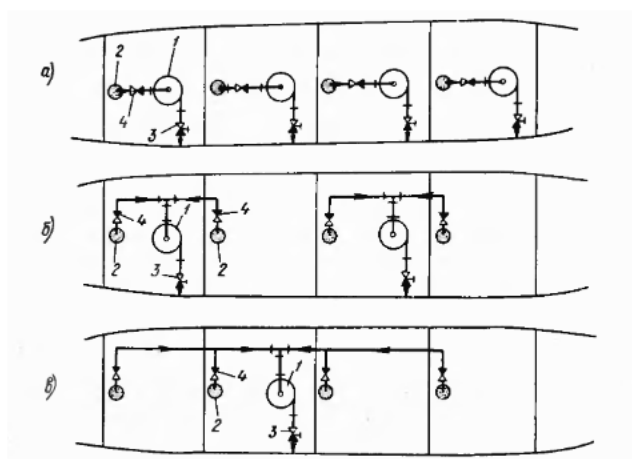


Рисунок 1 – Варианты построения осушительных систем

На отечественных судах устанавливается централизованный вариант балластно-осушительной системы. Такую систему применяют как правило на не больших судах с одним машинным отделением, а не судах с двумя машинными отделениями автономную или групповую.

В случае судна проекта РЗЗБ применяется централизованная осушительная система. Это наиболее распространенный тип на современных крупных судах. Все операции по заполнению и осушению цистерн производятся из одного центра (обычно из машинного отделения) с помощью общей магистрали и насосов. Достоинства и недостатки централизованной системы представлены в таблице ниже (Таблица 1) [1].

Таблица 1. Достоинства и недостатки централизованной балластно-осушительной системы

Достоинства	Недостатки
Удобство и оперативность управления	При поломке насоса или главной магистрали вся система может потерять работоспособность
Возможность быстрой перекачки балласта между цистернами	Сложность монтажа из-за большого диаметра труб
Меньшее количество трубопроводов и арматуры в удаленных отсеках	

Для утилизации льяльных вод используют разные методы по отделению масляных продуктов и других примесей. Эти методы очистки подразумевают, что очищенная вода будет сливаться за борт. Некоторые методы представлены в таблице ниже. (Таблица 2).

Таблица 2. Методы очистки льяльных вод

Метод	Описание
Гравитационное разделение	Льяльные воды поступают в камеру, где скорость потока сильно снижают. Более крупные капли масла и более тяжёлые частицы оседают или всплывают под действием силы тяжести
Коалесценцию и тонкую фильтрацию	После гравитационного разделения вода всё ещё содержит мелкодисперсные частицы масла и эмульсии. Для их удаления используют коалесцирующие элементы — материалы, которые обладают олеофильной (маслопритягивающей) поверхностью. При прохождении через них мелкие капли масла сливаются в более крупные, которые затем легче отделяются

Флотацию	Объём очищаемой воды насыщают воздухом, пузырьки которого прилипают к частицам нефтепродуктов и, всплывая, поднимают их на поверхность раздела «вода — воздух» в виде легко удаляемой нефтевоздушной пены
Биологический метод	Основан на способности микроорганизмов использовать загрязняющие примеси, в том числе нефтяные фракции, в качестве источника питания. Процесс очистки происходит в аэробных условиях, при этом нефтепродукты разлагаются при помощи ферментов, вырабатываемых микроорганизмами. На морских судах утилизация льяльных вод может осуществляться прямо на борту, на морской платформе или в специальном береговом комплексе

Процесс очистки обычно делится на несколько этапов и может включать в себя следующие этапы:

1. Грубая фильтрация.
2. Двухэтапное отстаивание.
3. Прогон через абсорбционный фильтр.
4. Обработка импульсным электрофлотатором.
5. Прогон через фильтр насыщения.

Первые два этапа предназначены для отделения нефтепродуктов от воды. После очищенную воду тестируют на объём нефтепродуктов в ней, если вода очищена достаточно, то производят сброс за борт. В противном случае Воду откачивают за фильтруют, до тех пор, пока содержание нефтепродуктов в ней не опустится до допустимого уровня.

Так же помимо сброса за борт льяльные воды можно откачивать в отдельный отсек, после его сдавать их на берег. Или же если их количество не большое и размеры судна позволяют, льяльные воды можно откачать прямо из машинного отделения на берег, после чего они будут утилизированы.

Существующая балластно-осушительная система

На судах проекта Р33Б согласно документации, штатно устанавливается балластно-осушительная система. Эта система состоит из осушительного насоса, водоструйного осушительного эжектора предназначенного для осушения форпика, водовоздушный эжектор для машинного отделения, датчика уровня жидкости и поста управления. Управление балластно-осушительной системой является местным. Осушительная система имеет возможность откачивать воду в балластный отсек объёмом 21м³, расположенный в корме судна. Ниже представлена структурная схема имеющейся балластно-осушительной системы (Рисунок 2).

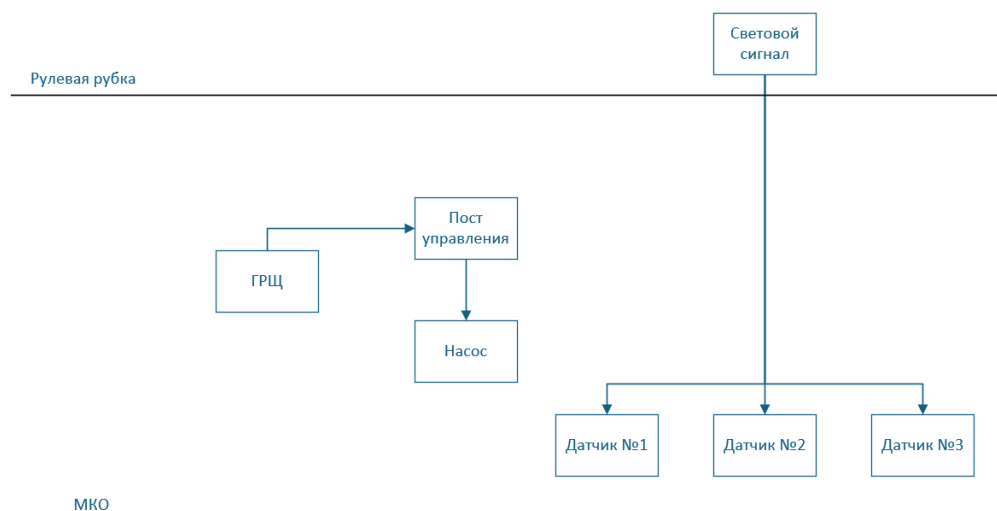


Рисунок 2 – Структурная схема имеющейся балластно-осушительной системы

Требования РКО [2]

Некоторые требования Российского классификационного общества к балластно-осушительной системе ВВП:

- Использование стальных бесшовных труб, оцинкованных снаружи и внутри.
 - Защита труб от коррозии — установка цинковых кольцевых протекторов во фланцевых соединениях трубопровода с арматурой и другими элементами.
 - Радиусы погиба труб — не менее 2,5 наружного диаметра трубы.
 - Соединения трубопровода — фланцевые, тип фланцевого соединения — ВЗ, прокладки — паронитовые.
 - Материал арматуры — бронза.
 - Установка двух осушительных насосов самовсасывающего типа, в качестве второго — балластного насоса.
 - Предусмотрено аварийное осушение — для этого наибольший по подаче насос охлаждающей воды имеет приёмный отросток с невозвратно-запорным клапаном, расположенным на уровне 0,1 м над двойным дном.
 - Применение устройства для очистки от нефтепродуктов откачиваемой за борт воды.
- Раздельное осушение — например, осушение машинного отделения и судна в целом.

Разработка алгоритма

Для решения данной проблемы нужно разработать алгоритм работы для дальнейшей модернизации балластно-осушительной системы. Ниже на рисунке ниже (Рисунок 3), представлена структурная схема балластно-осушительной системы для предлагаемой модернизации.

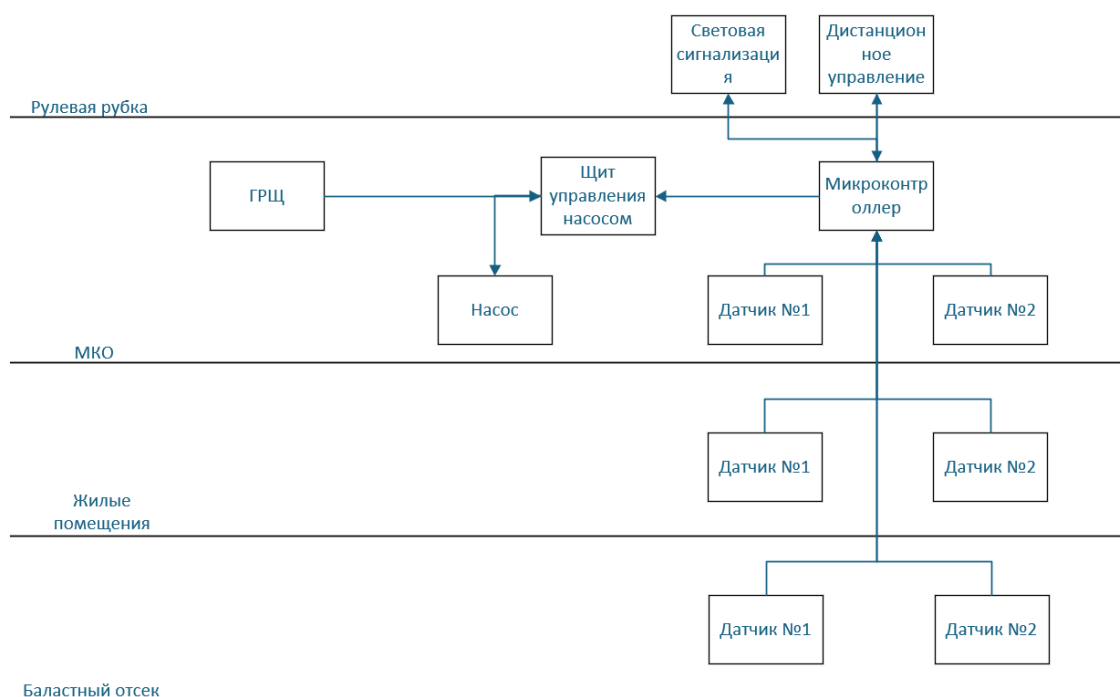


Рисунок 3 – Структурная схема балластно-осушительной системы для предлагаемой модернизации

Далее для выполнения поставленной задачи, необходимо разработать алгоритм работы, представленной выше системы. Алгоритм представлен на рисунке 4.

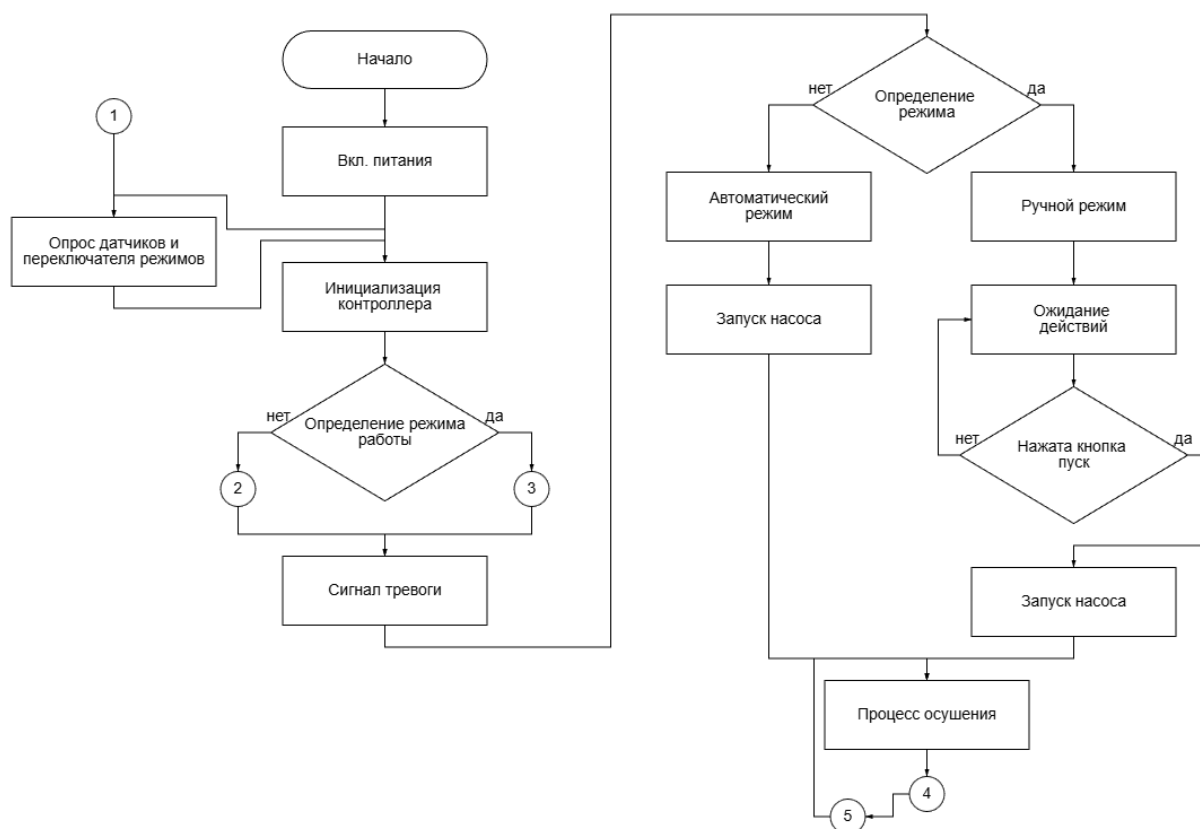


Рисунок 4 – Алгоритм работы балластно-осушительной систем

Элементы алгоритма под номерами 2, 3, и 4 представлены на рисунке 5.

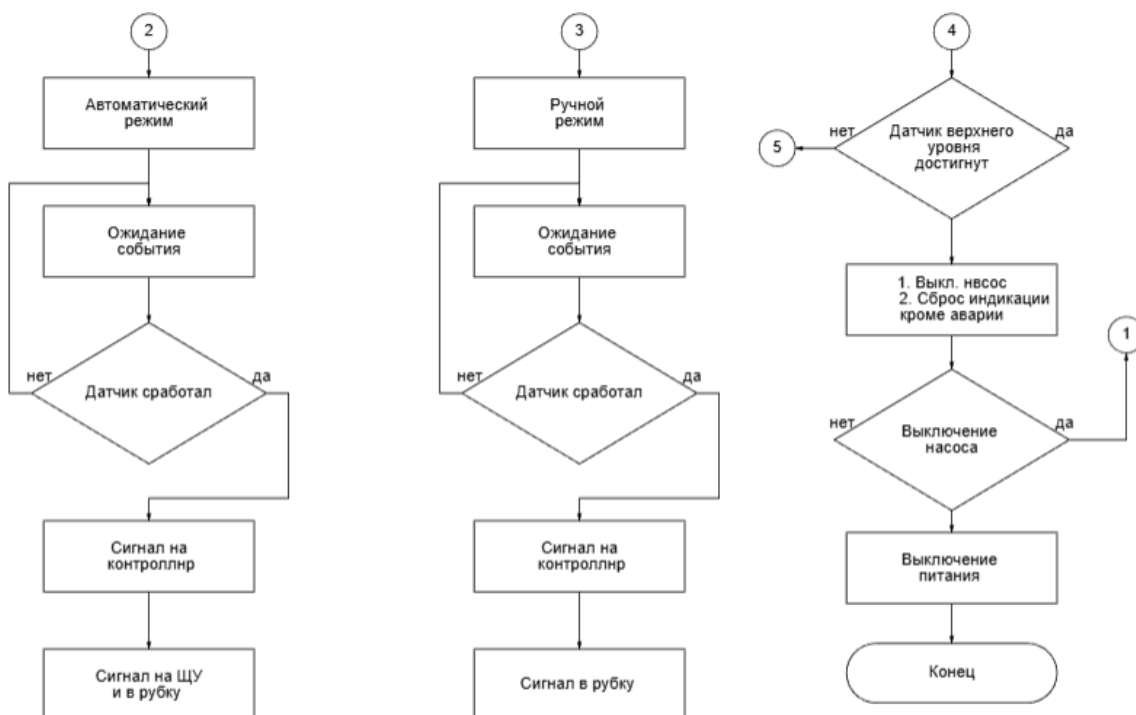


Рисунок 5 – Пронумерованные элементы алгоритма

Выводы

В результате работы был разработан алгоритм работы для балластно-осушительной системы, имеющий возможность как автоматической работы, так и ручной режим работы. Внедрение представленного алгоритма поможет обеспечить быстрое и своевременное реагирование на аварийную ситуацию, что играет важную роль в борьбе за живучесть судна.

Список литературы

1. Библиотека корабельного инженера Е.Л. Смирнова. – URL: <https://russrivership.ru/public/files/doc1049.pdf>. (дата обращения: 19.02.2026).
2. Российское классификационное общество. Нормативные документы и требования к балластным системам. – URL: <https://rfclass.ru/>. (дата обращения: 25.02.2026).