

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Волжский политехнический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)**

Факультет «_____ Автомеханический _____»

Кафедра «_____ Автоматика, электроника и вычислительная техника _____»

Утверждаю
Зав. кафедрой

_____ А.А. Силаев _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

«_____» _____ 20 ____ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к _____ выпускной квалификационной работе бакалавра _____ на тему
(наименование вида работы)

Разработка автоматизированной системы управления беспилотным катамараном
для технологических операций в рыбоводных хозяйствах
(наименование темы работы)

Автор _____ Клим Иванович Новгородов _____
(подпись и дата подписания) (имя, отчество, фамилия)

Обозначение ВКРБ-34675695-15.03.04-2.11-19.00
(обозначение документа)

Группа _____ ВАУ-426 _____
(шифр группы)

Направление 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
(код по ОКСО, наименование направления, программы)

Руководитель работы _____ доцент, А.В. Савчиц _____
(подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)

Консультанты по разделам:

_____ (подпись и дата подписания) _____ (должность, И. О. Фамилия)
(краткое наименование раздела)

_____ (подпись и дата подписания) _____ (должность, И. О. Фамилия)
(краткое наименование раздела)

_____ (подпись и дата подписания) _____ (должность, И. О. Фамилия)
(краткое наименование раздела)

Нормоконтролер _____ доцент, А.В. Савчиц _____
(подпись и дата подписания) (должность, И. О. Фамилия)

г. Волжский, 2019

Министерство образования и науки Российской Федерации

**Волжский политехнический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»
(ВПИ (филиал) ВолгГТУ)**

Кафедра « Автоматика, электроника и вычислительная техника »

Утверждаю
Зав. кафедрой

А.А. Силаев
(подпись) (инициалы, фамилия)
« » 20 г.

Задание на выпускную квалификационную работу бакалавра
(наименование вида работы)

Студент Клим Иванович Новгородов
(имя, отчество, фамилия)

Код кафедры ВАЭ Группа ВАУ-426

Тема Разработка автоматизированной системы управления беспилотным
катамараном для технологических операций в рыбоводных хозяйствах

утверждена приказом по ВПИ (филиал) ВолгГТУ
от « 5 » октября 20 18г. № 389-ст
(дата подписания)

Срок предъявления готовой работы 06 июня 2019 г.
(дата, подпись студента)

Исходные данные для выполнения работ
Технологический регламент процесса, технологическая схема процесса

Содержание основной части пояснительной записки

- 1) Описание технологического процесса
- 2) Расчетная часть проводимого исследования
- 3) Проектирование системы управления
- 4) _____
- 5) _____
- 6) _____
- 7) _____

- 8) _____
- 9) _____
- 10) _____
- 11) _____
- 12) _____
- 13) _____
- 14) _____
- 15) _____
- 16) _____
- 17) _____
- 18) _____

Перечень графического материала

- 1) Схема автоматизации функциональная _____
- 2) Схема внешних соединений и подключений _____
- 3) Пульт управления _____
- 4) Структурная схема управления гелиокатамараном _____
- 5) Программная реализация управления гелиокатамараном _____
- 6) Экраны управления гелиокатамараном в CoDeSys _____
- 7) Алгоритм управления пневком для подачи корма _____
- 8) _____
- 9) _____
- 10) _____
- 11) _____

Руководитель работы

(подпись и дата подписания)

доцент, А.В. Савчиц

(должность, И. О. Фамилия)

Консультанты по разделам:

(краткое наименование раздела)

(подпись и дата подписания)

(должность, И. О. Фамилия)

(краткое наименование раздела)

(подпись и дата подписания)

(должность, И. О. Фамилия)

(краткое наименование раздела)

(подпись и дата подписания)

(должность, И. О. Фамилия)

(краткое наименование раздела)

(подпись и дата подписания)

(должность, И. О. Фамилия)

(краткое наименование раздела)

(подпись и дата подписания)

(должность, И. О. Фамилия)

(краткое наименование раздела)

(подпись и дата подписания)

(должность, И. О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

В данной работе представлен проект разработки автоматизированной системы управления беспилотным катамараном для технологических операций в рыбноводном хозяйстве:

- проведено описание прототипа гелиокатамарана.
- проведен поиск и анализ научно-технической литературы;
- проведен выбор современных технических средств автоматизации.

Выпускная работа бакалавра состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых источников. Работа изложена на 78 страницах, содержит 51 рисунок, 28 таблиц, 7 графических материалов.

ANNOTATION

This paper presents a project to develop an automated control system for an unmanned catamaran for technological operations in a fish farm:

- a description of the prototype catamaran;
- a selection of modern technical means of automation;
- designed control panel.

The graduate work of bachelor consists of three chapters, enclosed in the list of sources of information. The work is presented on 78 pages, contains 51 figures, 28 tables, 7 graphic materials.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ПАТЕНТОВ	9
1.1 Описание гелиокатамарана	9
1.2 Классификация дозаторов и требования к ним	11
1.3 Обзор научно-технической литературы и патентов	16
2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ ПРОВОДИМОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	23
2.1 Технологический расчет бункера-дозатора для сыпучих и гранулированных материалов объемом.....	23
2.2 Распределение усилий по высоте в стенках бункера для сыпучих материалов, расчет бункера на прочность.....	28
2.3 Точность дозирования и производительность шнекового дозатора	35
2.4 Реализация алгоритмов управления гелиокатамараном	36
2.5 Алгоритм ручного управления гелиокатамараном	36
2.5.1 Управление движением катамараном.....	36
2.5.2 Управление дозированием кормом.....	38
2.5.3 Панель управления	42
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	46
3.1 Описание объекта управления.....	46
3.2 Характеристика технологического оборудования	47
3.3 Выбор технических средств автоматизации и их описание.....	47
3.3.1 Контроллер ПЛК-40.04 АГАВА.....	47
3.3.2 Модули аналогового ввода MB110-224.2A.....	48
3.3.3 Модули аналогового ввода MB110-224.8A.....	49
3.3.4 Модули дискретного ввода/вывода МК110-224.8Д.4Р.....	50
3.3.5 Модуль релейного вывода I-7066D.....	50
3.3.6 Преобразователь интерфейсов беспроводной SCM-WF48	51
3.3.7 GPS приемник GPS-721-MRTU.....	52
3.3.8 Датчик тока WBI051F21.....	53
3.3.9 Датчик напряжения DVV100.....	53
3.3.10 Термопреобразователь сопротивления ОВЕН ДТС15М-50М.0, 5.500.И.....	54
3.3.11 Цифровой датчик кислорода Охумах COS61D.....	55
3.3.12 Прибор для измерения рН воды	56

3.3.13	Емкостной сигнализатор уровня LJC18A3-H-Z/BX.....	56
3.3.14	Мотор-редуктор MY1016z	57
3.3.15	Электромотор Mikado 950 SP-NRS-86X.....	58
3.3.16	Солнечная панель Exmork poly-Si.....	58
3.4	Органы управления.....	60
3.4.1	Джойстик TRY 80	60
3.4.2	Переключатель с ключом XB5AG33	61
3.4.3	Аккумулятор Haze HZB24-100	61
3.4.4	Контроллер заряда солнечной батареи.....	62
3.4.5	Лампа AD22DS.....	62
3.5	Проектирование пульта управления	63
3.5.1	Оборудование пульта управления	64
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	70
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	76
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	77
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация производства на основе микроэлектронной техники для развития и совершенствования существующих и создающихся технологических производств, является одним из важных направлений современного производства.

Все больше появляется автономных и беспилотных аппаратов, работающих от солнечных батарей. Особенно видна эта тенденция на водном транспорте.

В век активной автоматизации всего мира, рыбоводные хозяйства все еще полагаются на работу человека, что несет в себе определенные сложности. Например, такую работу как подкормка рыбы и введение удобрений и медицинских препаратов в водоемы, осуществляет человек. Но к сожалению, невозможно узнать равномерно ли по водоему работник распределил корм и произвел ввод удобрений и медицинских препаратов, весь ли корм использован.

Справиться с данной работой сможет автоматический гелиокатамаран, призванный автоматизировать технологические операции на рыбоводных хозяйствах.

Применение автоматизации в технологических процессах кормления рыбы и других технологических операциях обслуживания рыбоводных прудов позволит значительно повысить плотность посадки рыбы за счет оптимальных режимов кормления, уменьшить затраты на ГСМ, организовать автоматизированный учет расхода кормов, обеспечить контроль за состоянием водоема, уменьшить или полностью исключить влияние человеческого фактора на процессы кормления в товарном прудовом рыбоводстве.

Целью данной бакалаврской работы является: повышение производительности рыбоводных хозяйств за счёт внедрения современных автоматизированных катамаранов для кормления рыбы

В соответствии с указанной целью в работе были поставлены и решены задачи:

1. Провести анализ научно-технической литературы и патентов, связанных с темой работы.
2. Спроектировать автоматизированный бункер дозатор для сыпучих и гранулированных материалов объемом 1,5 м³
3. Спроектировать систему управления с использованием современных элементов управления.
4. Разработка программы управления и визуализации в CoDeSys

Результаты данной работы использованы для проектирования прототипа гелиокатамарана на базе ВПИ (филиал) ВолГТУ.

1 АНАЛИЗ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ПАТЕНТОВ

1.1 Описание гелиокатамарана

В результате написания выпускной квалификационной работы разработан автоматизированный катамаран, снабженный кормораздатчиком, который производит внесение корма и витаминов в рыбном хозяйстве, также на нем установлены датчики контроля уровня растворённого кислорода в воде, температуры воды и воздуха, работает с использованием возобновляемых источников энергии (рисунок 1).

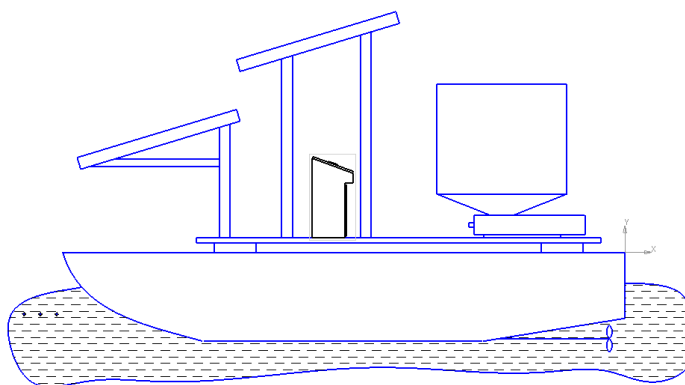


Рисунок 1 – Автоматический гелиокатамаран

Как и любая модель корабля, катамаран оснащен последними видами различной микропроцессорной техники. Но самым основным является двигательная система катамарана и способы её управления.

Выбор электродвигателя, является важной частью построения модели катамарана. На моделях кораблей, как правило, ставят электродвигатели постоянного тока на рабочее напряжение от 1,5 до 40В [1].

Существует два основных вида управление движением на моделях кораблей. Первый заключается в изменении числа оборотов вала.

Попеременно изменяя частоту вала и соответственно гребного винта, меняется и положение корабля. Как на калильных, так и на компрессионных

двигателях число оборотов меняют путем дросселирования, т. е. изменения сечения, всасывающего или выхлопного патрубка, а иногда того и другого одновременно.

Второй вид управления движением это рулевое устройство модели корабля. Корабельный руль представляет собой погруженную в воду пластину. Однако его нельзя рассматривать как отдельную деталь судна. Он является важнейшим элементом единого двигательного комплекса модели корабля (корпус — винт — руль).

От правильного сочетания этих элементов, особенно на скоростных моделях, зависит величина КПД гребного винта и скорость модели корабля. Форма руля мало влияет на величину поворотной силы. Поэтому обычно они делаются прямо угольного или почти прямоугольного очертания. Однако форма руля часто зависит от формы кормы судна. Рули, подвешенные за транцем модели, менее эффективны, чем рули, расположенные под корпусом модели.

Форма сечения руля влияет на эффективность его работы. Так, обтекаемые рули авиационного профиля, более эффективны, чем пластинчатые, и благоприятно влияют на КПД гребного винта. Толщину такого руля рекомендуется выбирать от 0,1 до 0,15 от его высоты. Эффективность руля главным образом зависит от его относительного удлинения [2].

Проанализировав два вида управление движением на моделях кораблей, более предпочтительным является обычное рулевое устройство управление катамараном.

Для отработки конструктивных и технологических решений, действующей модели автономного электрокатамарана-кормораздатчика, оснащенного электрическими двигателями постоянного тока, питание электродвигателей осуществляется от тяговых аккумуляторных батарей глубокого разряда. Заряд аккумуляторных батарей производится от фотоэлектрических преобразователей с помощью контроллера заряда (рисунок 2). Управление движением реализуется двумя способами:

1. Дистанционное в ручном режиме.
2. Автоматическое с помощью программного управления.

Также на электрокатамаране устанавливаются датчики контроля состояния параметров воды (температуры, кислорода, рН). Информация с датчиков передается по беспроводному каналу связи в диспетчерскую. В зависимости от показаний датчиков формируется программа и карты кормления, что обеспечивает рациональное использование кормов. Бункер-накопитель кормораздатчика оснащается весовым устройством и, таким образом формируется информация о том, сколько корма было израсходовано и в какое время.



Рисунок 2 – Схема подключения датчиков и исполнительных механизмов

1.2 Классификация дозаторов и требования к ним

Автоматический гелиокатамаран свою основную задачу по кормлению рыбы и других технологических операциях обслуживания рыбоводных прудов осуществляет посредством выдачи корма бункером-дозатором (рисунок 3).



Рисунок 3 – Бункер-дозатор со шнеком

Был выбран шнековый дозатор, т.к. они работают по принципу объемного дозирования (рисунок 4). Их производительность можно регулировать частотой вращения шнека и степенью его заполнения. Последняя осуществляется шиберной заслонкой, устанавливаемой на загрузочной горловине [3].

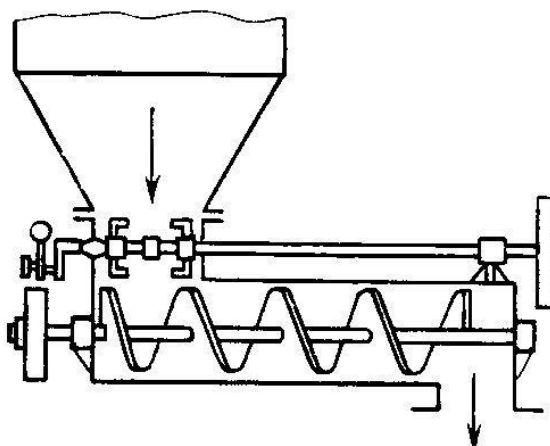


Рисунок 4 – Принцип работы шнекового дозатора

Запускается электродвигатель 1 передающий поступательное движение на валы цилиндрического редуктора 2. Передача крутящего момента с ведущего вала на ведомый вал, который расположен к нему под прямым углом, используются шестерни, которые являются зубчатыми колесами.

Необходимая передовая нагрузка между валами, которые расположены на значительном расстоянии и при отсутствии строгих требований к передаточному отношению связана ременной передачей 3.

Ведомый шкив ременной передачи связан с валом горизонтального вантового конура 4.

Бункер-дозатор 5 предназначенный для отмеривания и выдачи заданной дозы материала, расположен над горизонтальным винтовым конвейером. Из него поступает корм внутрь винтового транспортера. Шнек горизонтального винтового транспортёра автоматизированного бункера-дозатора транспортирует корма путем перемещения вдоль вращающейся винтовой поверхности внутри желоба.

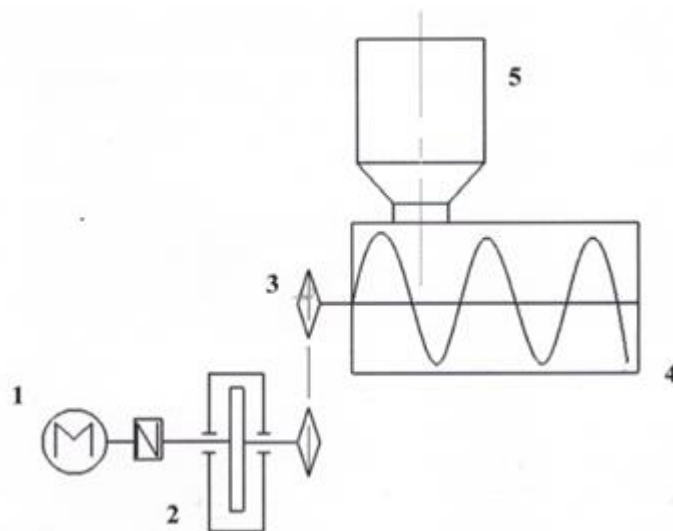


Рисунок 5 – Технологическая схема автоматизированного бункера дозатора для сыпучих и гранулированных материалов

1 – электродвигатель; 2 – цилиндрический редуктор; 3 – ременная передача; 4 – горизонтально винтовой конвейер; 5 – бункер дозатор

Для улучшения работы бункера и регулировки качества его работы на нем были установлены следующие средства автоматизации:

Электродвигатель 1, питаемый от солнечных батарей, снабжен усилительным блоком коммутации, который управляет изменениями частотой вращения вала двигателя.

В самом бункере дозаторе находится два емкостных датчика для двух границ (максимум, минимум), осуществляющие регулирование поступления корма.

Также, наиболее важным показателем и требованием к дозатору является его дозируемость.

Дозирование – это процесс отмеривания заданного количества материала с требуемой точностью. Степень точности определяется зоотехническими и технологическими требованиями, а также обосновываются экономическими соображениями.

Известны два способа дозирования материалов – по объему и по массе. Наибольшее распространение получил способ дозирования по объему – наиболее простой, но менее точный (рисунок б).

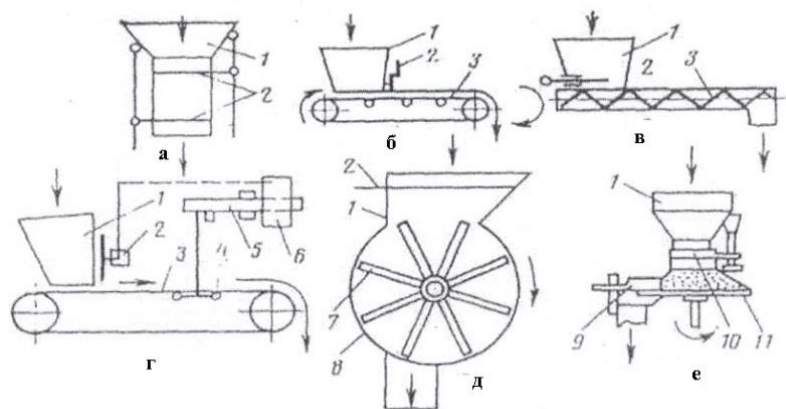


Рисунок 6 – Схемы объемных дозаторов

а – объемного порционного; б – объемного ленточного; в – объемного шнекового; г – массового (весового) автоматического непрерывного действия; д – объёмного барабанного; е – объёмного тарельчатого

1 – бункер; 2 – заслонка с механизмом управления; 3 – ленточный транспортер; 4 – датчик весов; 5 – балансир весов; 6 – командный аппарат; 7 – барабан; 8 – корпус; 9 – скребок; 10 – манжета; 11 – диск

По характеру протекания процесса дозирование может быть порционным и непрерывным.

Устройства, предназначенные для отмеривания и выдачи заданной дозы материала, называются дозаторами. В соответствии с принятым способом дозирования дозаторы подразделяются на объемные и массовые, а по характеру протекания процесса – на порционные и непрерывного действия.

По назначению дозаторы изготавливают для сыпучих кормов, влажных рассыпных и жидких кормов [4].

По типу рабочих органов дозаторы подразделяются на барабанные, тарельчатые, шнековые, ленточные, плунжерные, грейдерные, платформенные, вибрационные, штифтовые, секторные, шиберные, мерные емкости, весовые устройства (рисунок 7).

По степени автоматизации дозаторы могут быть с ручным управлением, автоматизированные и автоматические.

Регулирование дозы в дозаторах может обеспечиваться изменением частоты вращения рабочего органа, длины или объема мерной емкости рабочего органа, количества мерных емкостей, длительности дозирования, поперечного сечения слоя корма, скорости движения кормоносителя, смещением противовеса, положением уровнемера и комбинированием нескольких методов.

Выбор того или иного типа дозаторов зависит от свойств дозируемых материалов, из которых наиболее существенным являются плотность, гранулометрический состав, углы естественного откоса и обрушения, влажность, склонность к сводообразованию, слеживаемость, комкуемость.

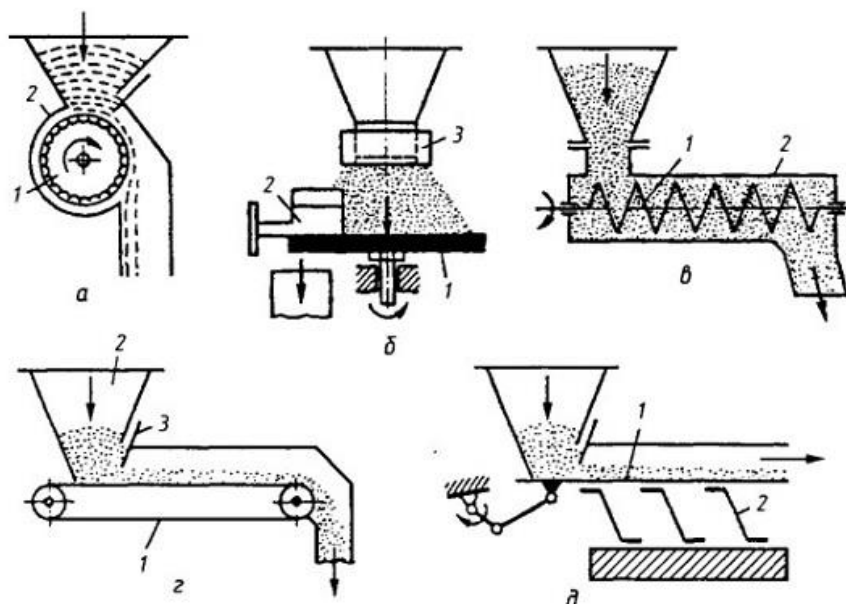


Рисунок 7 – Типы рабочих органов дозаторов

а – барабанный тип рабочего органа; б – тарельчатый рабочий орган; в – шнековый дозирующий орган; г — ленточный дозатор; д – вибрационный дозатор.

Материалы, подлежащие дозированию, хранятся в бункерах, силосах или других емкостях, расположенных, как правило, выше дозирующих устройств.

Дозаторы любого типа должны удовлетворять следующим требованиям: обеспечивать выдачу заданного количества материала (дозы) с отклонением от заданной точности дозирования, не выше допустимого. При этом в зависимо-

сти от заданных условий доза может быть выдана без регламентации времени, за минимальное время и за строго определенный промежуток времени [5].

1.3 Обзор научно-технической литературы и патентов

Солнечная энергия представляет, на данный момент, одно из перспективных направлений возобновляемой энергетики, основанное на непосредственном использовании солнечного излучения с целью получения энергии для движения транспортных средств.

Налаживание массового производства и активное распространение доступных солнечных панелей на мировых рынках способствовало широкому применению данного источника энергии на транспорте. В настоящее время солнечные батареи используются на всех без исключения видах транспорта, в том числе наземного, водного, воздушного и даже космического.

Принцип работы солнечных батарей, используемых в солнечных транспортных средствах, заключается в производстве постоянного тока при попадании солнечного светового излучения на их кремниевые пластины. При конструировании массива солнечных батарей используют десятки таких пластин, поскольку единичная кремниевая пластина не способна производить значительных токов. Логично, что суммарная мощность солнечных батарей зависит от общего количества используемых в ней кремниевых пластин и площади, создаваемой ими поверхности. Производительность работы солнечных батарей прямо зависит от интенсивности излучения солнца и угла размещения солнечных модулей.

Очень большие перспективы имеются в водном транспорте.

Еще не так давно солнечные лодки ограничивались лишь реками и каналами, но в 2007 году, солнечная лодка «Sun 21» совершила первый экспериментальный длительный рейс. Она пересекла Атлантический океан всего за 29 дней, благодаря чему попала в Книгу рекордов Гиннеса за совершение самого быстрого в мире трансатлантического перехода, только благодаря солнечной

энергии. Солнечная лодка была оснащена солнечными батареями, энергия которых позволяла двигаться с стабильной скоростью 10-12 км/ч круглосуточно. В мае 2012 года завершилось кругосветное путешествие солнечного катера Turanor PlanetSolar. Солнечное судно, длиной в 30 метров, и шириной – 15,2 метра, вышло из порта Монако в сентябре 2010 года. Это первое кругосветное путешествие, совершенное исключительно на солнечной энергии. Turanor PlanetSolar – крупнейшее водное транспортное средство из когда-либо построенных [6].

Опыт европейских коллег перенимают и арабские страны. В Дубае (ОАЭ) запущен деревянный прогулочный катер на солнечных батареях со сроком автономности в шесть часов и максимальной скоростью в 7,5 километров в час.

Лишь недавно компания SolarLab начала выпуск речных трамвайчиков Solar Shuttle, работающих от солнечных панелей, установленных на их изогнутых крышах, а уже сейчас подобные транспортные средства плавают по водоемам Лондона, Констанцы и Гамбурга [7].

Похожую на лебедя электролодку на солнечных батареях спроектировала итальянская фирма Garda Solar. Интересный проект заслужил одну премию за инновацию, другую — за перспективную идею. База первого опытного образца электролодки на солнечных батареях послужила основой для создания итальянскими инженерами нескольких модификаций аналогичных электролодок. Особенностью электролодки на солнечных батареях являются два корпуса. Это позволяет во время движения не поднимать больших волн, что отражается положительно на устойчивости электролодки. Материалом для корпуса электролодки на солнечных батареях выбран полиэтилен – прочный и устойчивый к коррозии материал. К тому же, многослойный полиэтилен, как и остальные использованные материалы, при переработке не наносят окружающей среде эко ущерба. Разработчики оснастили электролодку на солнечных батареях электромоторами и батареей, которая для полной подзарядки потре-

бует 4 часа, обеспечивая дальность плавания со скоростью 4 узла на расстояние до 30 километров [8].

Подводная лодка на солнечной энергии. Субмарину приводит в движение электричество, вырабатываемое плавающей солнечной батареей. Плавающая платформа в форме водяной лилии окружена 5 понтонами, на которых установлены солнечные панели. Панель солнечных батарей занимает площадь 300 кв.м и производит 30 кВт электроэнергии. Производимого электричества будет достаточно для подзарядки батарей многократного цикла заряда-разряда субмарины и для питания GPS-локаторов подводной лодки [43].

Итальянская компания Garda Solar разработала новую модель лодки GS4, работающей за счет энергии солнца. Благодаря новой фотогальванической установке в соединении с сильной батареей, пассажиры GS4 теперь имеют возможность совершать более длительные водные прогулки. Длина GS4 - 4 м, грузоподъемность - 400 кг, максимальная скорость - 5 узлов, вес лодки - 250 кг. На такой лодке четыре пассажира могут путешествовать в течение целого дня благодаря 1000-ваттному мотору, батарее в 5 кВт·час и солнечным элементам мощностью в 250 Вт [44].

Первый катамаран на российских солнечных элементах построен в Санкт-Петербурге компанией АНО «Национальный центр инженерных конкурсов и соревнований» специально для экспедиции «Эковолна». Крыша уникального катамарана обшита полугибкими солнечными модулями суммарной мощностью 9 кВт. Специальные солнечные модули разработаны и спроектированы учеными Научно-технического центра тонкопленочных технологий в энергетике. Основой для модулей стали гетероструктурные солнечные элементы, которые произвел завод «Хевел» в Новочебоксарске.

Корпус судна произведен в Санкт-Петербурге: материал – стеклопалестик, длина - 11,6 м, ширина - 6,4 м, высота борта - 2 м, высота надводного борта - 1,3 м, пассажироместимость -12 человек, спальных мест – 8. Энергетическая установка судна - российского производства. Солнечные панели произведены компанией «Хевел» (Новочебоксарск), аккумуляторы – компани-

ей «Лиотех» (Новосибирск), электроника – «Микроарт» (Москва). Установленная мощность - 11 кВт, емкость литий-ионных аккумуляторов - 70 кВт, два двигателя мощностью по 4 кВт/ч каждый, максимальная скорость - 15 км/ч, рабочая скорость 10 км/ч [9].

Но все данные виды водного транспорта работающего на возобновляемом источнике энергии используются лишь в гражданских целях. Применение подобных технологий в промышленности очень мало, практически нет. Помимо этого, у использования солнечной энергии есть и свои минусы, солнечные батареи и аккумуляторы зависимы от погодных условий, что значительно снижает автономность транспортного средства.

Автоматизированная система управления на транспорте способны увеличить автономность, используя более рациональное управление энергетической установкой.

Разработка беспилотных автомобилей началась более 30 лет назад. Первые серьезные испытания прошли еще в 1980-х годах в Германии. Тогда военные специалисты из Мюнхенского университета бундесвера опробовали микроавтобус Mercedes-Benz, оснащенный роботизированной системой управления, основанной на видеодатчиках. Автомобилю удалось разогнаться до 100 километров в час, однако испытания проходили на пустых улицах — по сути, в далеких от реальности условиях. Кроме того, это не совсем беспилотный автомобиль. Им все же управляет человек, хотя и удаленно [45].

Компания Offshore Sensing провела первое в истории успешное пересечение Атлантики с помощью компактного автономного плавающего средства Sailbuoy Met. Аппарат, напоминающий небольшую доску для серфинга с несколькими солнечными батареями и жестким парусом, был спущен на воду с острова Ньюфаундленд (США) сотрудниками Морского института США 7 июня 2018 года и, преодолев расстояние в 3000 километров, достиг берега Ирландии 26 августа [46].

Новое и невзрачное на первый взгляд автономное судно на самом деле оснащено передовыми технологиями. Sailbuoy укомплектован различными

морскими датчиками и системами навигации, может управляться через спутник, а также использует систему слежения в реальном времени с помощью системы спутников Iridium. Кроме того, здесь установлено множество научного оборудования, которое позволяет аппарату проводить анализ качества воды, определять места разлива нефти, измерять высоту волн, а также собирать метеорологические и другие океанологические данные. Для движения аппарат использовал ветер и жесткий парус. Система из солнечных батарей отвечала за работу бортовой электроники судна [10].

Движение кораблей в морях и океанах связано с большим риском. Нередки случаи столкновения судов, в основном такие происшествия связаны с «человеческим фактором». Одним из преимуществ использования АСУ является снижение или полное избежание влияния «человеческого фактора» на управления судном.

Системы управления движением судов (СУДС) Транзас – современные автоматизированные системы, необходимые для повышения безопасности мореплавания, безопасности жизни на море и защиты окружающей среды от возможных негативных последствий судоходства, а также повышения эффективности навигации и грузоперевозок.

Разработка систем управления движением судов началась в компании Транзас в начале 1990-х годов. Надежность в работе и качество СУДС позволили за очень короткий срок выйти как на российский, так и на международный рынки. В настоящее время системами СУДС Транзас оснащены более 100 портов в 34 странах мира.

Системы управления движением судов предоставляют пользователям различную навигационную информацию, позволяют идентифицировать и сопровождать суда и другие навигационные объекты в прибрежных акваториях, а также планировать судоходство в прибрежных водах.

Основные задачи, решаемые СУДС:

- получение информации о навигационной обстановке от различных сенсоров

- обобщение данных о целях и представление их в табличном виде и графически в сочетании с многослойными электронными картами
- оперативный контроль за движением судов
- планирование графика движения судов
- анализ навигационной ситуации и выдача сигнала тревоги и предупреждения в соответствии с задаваемыми оператором критериями
- предоставление вспомогательной навигационной и прочей информации
- цифровая запись данных всей навигационной ситуации для последующего воспроизведения

По теме данного проекта или в смежных областях были найдены следующие патенты:

1. Патент RU 39 996 U1 Устройство для транспортировки производителей рыб. Предназначено для использования на предприятиях, занимающихся воспроизводством рыбных запасов. Технический результат от использования предлагаемого устройства заключается в увеличении эффективности работы устройства за счет уменьшения потерь производителей при их транспортировке от мест отлова до рыбоводного пункта. Устройство позволяет осуществлять кратковременное выдерживание производителей непосредственно в местах отлова. Устройство включает катамаран с понтонами, каждый из которых собран из двух секций [11].

2. Патент US 6000353 Плот на солнечных батареях с системой навигации. Плот, понтон, с ручным управлением рулевого механизма и солнечными батареями для питания подвесного электрического мотора. Плот имеет регулируемое кресло, находящееся между понтонами, для нахождения пассажира в сидячем или лежащем положении [12].

3. Патент RU 179 455 U1 Понтон- катамаран для товарного рыбоводства. Основное направление предложенной полезной модели - плот- катамаран для товарного рыбоводства на водоемах и прибрежных территориальных водах морей в РФ. Состоящее из легких и прочных поплавков, данное изделие

надежно в эксплуатации, просто в изготовлении и в несколько раз дешевле существующих аналогов[13].

4. Патент RU 129 266 U1 Мобильная система акустического мониторинга рыбообразных водоемов. Изобретение относится к рыбному хозяйству и предназначено для обнаружения, подсчета и оценки распределения запасов водных биоресурсов в рыбообразных водоемах. Преимущественная область использования - рыболовство, рыбообразведение[14].

Вывод:

- было произведено описание Гелиокатамарана;
- был проведен анализ литературы и патентов, анализ позволяет сделать вывод об актуальности и перспективности темы бакалаврской работы.

2 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ ПРОВОДИМОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Технологический расчет бункера-дозатора для сыпучих и гранулированных материалов объемом

Чтобы произвести расчёт бункера-дозатора необходимо знать производительность винтового конвейера (рисунок 8) это можно сделать исходя из следующих соображений: внесение кормов осуществляется из расчета 100 кг на га водной поверхности, количество кормлений составляет 3 раза в день, причем максимальное разовое внесение кормов составляет 40% от суточной нормы, т.е. 40 кг/га, таким образом на пруд площадью 10 га одновременно вносится до 400 кг корма. Объем гранулированного корма с насыпной плотностью $\rho=600-650 \text{ кг/м}^3 (0,6-0,65 \text{ т/м}^3)$ составит $0,67 \text{ м}^3$. При плотности посадки сеголеток 80 тыс. штук на га и расчетном нормативе 1 кормовая площадка на 20 тыс. сеголеток, получаем 4 кормовые площадки на га.

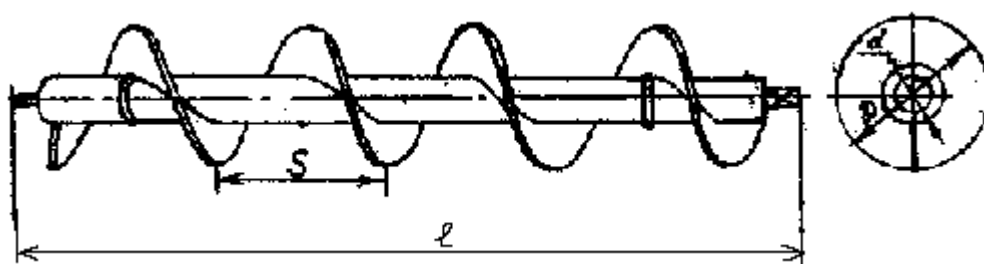


Рисунок 8 - Схема горизонтального винтового конвейера

Тогда максимальное разовое количество корма, вносимого на одну площадку, составит 10 кг. Принимаем внесение корма прерывистой дорожкой с длиной внесения 10 м (5 м до и 5 м после контрольной точки). Тогда производительность конвейера должна составлять 1 кг/с или 3,6 т/час ($\Pi=3,6 \text{ т/час}$).

Диаметр винта предварительно может быть определен из условия заданной производительности:

$$D = \sqrt[3]{\frac{\Pi}{47n_{\text{в}}\varepsilon\rho\psi C_{\beta}}},$$

где $n_{\text{в}}=118$ об/мин - рабочая частота вращения винта (принимается по рекомендациям для сухих неабразивных грузов (50-120 об/мин));

Π – производительность винтового конвейера;

$\varepsilon = 1$ - отношение шага винта к его диаметру ($\varepsilon = S/D$) (для горизонтальных конвейеров при перемещении легких сыпучих материалов принимают $\varepsilon = 0,75-1$);

$\psi = 0,4$ - коэффициент заполнения желоба (принимается по рекомендации для легких и средних неабразивных материалов, с насыпной массой 0,48–0,8 т/м³);

C_{β} – коэффициент уменьшения производительности наклонного конвейера, для горизонтального конвейера $C_{\beta}=1$.

$$D = \sqrt[3]{\frac{3,6}{47 \cdot 118 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 0,4 \cdot 1}} = 0,136 \text{ м.}$$

Принимаем большее стандартное значение $D=0.15$ м (150 мм).

Определим мощность электродвигателя привода конвейера.

При проектировании винтовых конвейеров со сплошным винтом мощность на валу двигателя может быть определена с достаточной точностью из выражения (кВт):

$$P = \frac{K_3 \Pi}{367 \eta_{\text{пр}}} (L_{\text{г}} \omega_0 \pm H) + P_{\text{хх}},$$

где K_3 – коэффициент запаса, равный 1,1÷1,3 при перемещении легких и средних неабразивных мелкозернистых грузов;

ω_o – общий коэффициент сопротивления на конвейере, определяемый экспериментальным путем, который учитывает все виды сопротивлений, возникающих в конвейере при транспортировании груза, величина ω_o принимается в зависимости от рода материала и условий эксплуатации (при неабразивном сухом материале $\omega_o = 1,2$);

$\eta_{пр}$ – КПД привода (принимаем $\eta_{пр} = 0,8$); $L_{г}=2$ – длина горизонтальной проекции конвейера (горизонтального перемещения материала (принимаем по конструктивным соображениям и размерам катамарана), м;

$H = 0$ – высота подъема, м (конвейер горизонтальный);

P_{xx} – мощность холостого хода конвейера, определяется:

$$P_{xx} = 0,2kq_m L_{г} v \omega_{в},$$

где $k=0,15$ коэффициент, учитывающий характер перемещения рабочего органа (вращение);

q_m – удельный вес вращающихся частей винтовых транспортеров, $q_m = 800D = 800 \times 0,15 = 120$ Н/м,

D – диаметр винта, м;

v – осевая скорость винта, м/с;

$\omega_{в}$ – коэффициент сопротивления вращению винта, принимается при применении подшипников скольжения $\omega_{в} = 0,16$.

$$v = \frac{Sn_{в}}{60},$$

$$P_{xx} = 0,2 \cdot 0,15 \cdot 120 \cdot 2 \cdot 0,295 \cdot 0,16 = 0,34 \text{ кВт.}$$

$$P = \frac{1,3 \cdot 3,6}{367 \cdot 0,8} (2 \cdot 1,2 \pm 0) + 0,34 = 0,38 \text{ кВт.}$$

Выбираем электродвигатель мощностью 0,55 кВт.

Для реального проекта нужен двигатель постоянного тока, была выбрана данная модель «МУ 1016Z» [24].

Диаметр вала винта предварительно может быть выбран из отношения:

$$d_3 = (0,10 - 0,35) = 15 - 52,5 \text{ мм.}$$

Вал винта рассчитывается на сложное сопротивление с учетом действия крутящего момента, осевой и поперечной сил, собственного веса. Крутящий момент по валу винта определится из выражений (Н·мм):

$$T = \frac{P}{\omega} 10^6,$$

$$T = \frac{0,38}{12,4} 10^6 = 30645 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

$$\omega = \frac{\pi n_B}{30},$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot 118}{30} = 12,4,$$

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}$$

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{30645}{0,2 \cdot 20}} = 19,7 \text{ м.}$$

где $[\tau] = 20 \text{ Мпа}$ – допускаемое касательное напряжение.

Принимаем с учетом обеспечения жесткости $d = 35 \text{ мм}$.

Проверочный расчет винта.

Действующая на винт продольная (осевая) сила Н:

$$F_0 = \frac{T}{z_0 \operatorname{tg}(a + p)},$$

где $Z_0 = 0,05$ – средний радиус винта;

$\alpha = 24,45^\circ$ – угол наклона винтовой линии в месте приложения к винту продольной силы;

$$Z_0 = 0,5 \cdot 0,7 \cdot 0,15 = 0,0525 \text{ (м)} \text{ (52,5 мм)},$$

$$\operatorname{tga} = \frac{S}{2\pi Z_0},$$

$$\operatorname{tga} = \frac{0,15}{2\pi \cdot 0,0525} = 0,45473.$$

где $p = 26,565^\circ$ – угол трения материала о винт;

$\operatorname{tgp} = f_0 = 0,5$ – коэффициент трения материала о винт.

$$F_0 = \frac{30645}{52,5 \operatorname{tg}(24,45^\circ + 26,565^\circ)} = 472 \text{ Н.}$$

Поперечная сила, действующая на вал, Н:

$$F_r = F_0 \operatorname{tg}(a + p),$$

$$F = 472 \operatorname{tg}(24,45^\circ + 26,565^\circ) = 583 \text{ Н.}$$

Винт проверяет дополнительно на деформацию

Стрела прогиба:

$$f = \frac{t^2 \sqrt{F_0^2 + F_r^2}}{48EJ_{\text{пр}}} \leq [f],$$

где $E = 2 \cdot 10^5$ МПа – модуль продольной упругости;

$J_{\text{пр}}$ – приведенный момент инерции поперечного сечения винта, мм⁴:

$$J_{\text{пр}} = \frac{\pi d^4}{64} \left(0,375 + 0,625 \frac{D}{d} \right),$$

$$J_{\text{пр}} = \frac{\pi 35^4}{64} \left(0,375 + 0,625 \frac{150}{35} \right) = 224931,$$

$$f = \frac{2000^2 \sqrt{472^2 + 583^2}}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 224931} = 2,8 \leq [f] = 3,2,$$

где $[f]$ – допускаемый прогиб.

Прогиб не должен превышать 40% от зазора винтом и желобом, т.е.

$$[f] = 0,4\lambda = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ мм},$$

$\lambda = 8$ мм – зазор между винтом и желобом.

2.2 Распределение усилий по высоте в стенках бункера для сыпучих материалов, расчет бункера на прочность.

Динамические и статические свойства сыпучих материалов существенно отличаются от свойств сплошных сред. Так, давление в жидкости:

$$P = \rho gh,$$

где ρ – плотность жидкости;

g – ускорение силы тяжести;

h – высота столба жидкости (расстояние от поверхности жидкости в направлении действия силы тяжести и во всех направлениях одинаково).

В сыпучих материалах вес столба материала частично удерживается трением материала о стенки сосуда (бункера) и сцеплением частиц между собой. В неподвижном слое сыпучего материала трение материала о стенки сосуда характеризуется коэффициентом внешнего трения покоя $f_{\text{п}}$ и углом внешнего трения покоя $\varphi_{\text{п}}$, которые связаны между собой как $f_{\text{п}} = tg(\varphi_{\text{п}})$, а при движении сыпучего материала – коэффициентом внешнего трения движения $f_{\text{д}}$ и углом внешнего трения движения $\varphi_{\text{д}}$. Аналогично $f_{\text{д}} = tg(\varphi_{\text{д}})$. Сцепление частиц между собой в сыпучем материале характеризуется эффективным внутренним коэффициентом трения f и внутренним углом трения φ , при этом $f = tg(\varphi)$. Кроме того, давление сыпучего материала на боковые вертикальные стенки σ_x не равно давлению по вертикали σ_z :

$$\sigma_x = \zeta \sigma_z,$$

где ζ – коэффициент бокового давления:

Принимаем углом внешнего трения покоя $\varphi_{\text{п}}$ равным внутренним углом трения φ :

$$\zeta = \frac{1 - \sin(\varphi)}{1 + \sin(\varphi)},$$

$$\zeta = \frac{1 - \sin(51)}{1 + \sin(51)} = 0,17.$$

Для цилиндрических и призматических сосудов с вертикальными стенками вертикальное давление неподвижного слоя сыпучего материала:

$$\sigma_z = \frac{p_H g R}{\zeta f_{\Pi}} \left[1 - \exp\left(\frac{\zeta f_{\Pi} z}{R}\right) \right],$$

$$\sigma_z = \frac{0,5 \cdot 10 \cdot 0,25}{0,17 \cdot 0,42} \left[1 - \exp\left(\frac{0,17 \cdot 0,42 \cdot 2,57}{0,65}\right) \right] = 22,7.$$

где $z = 2,57\text{м}$ – высота слоя;

$p_k = 0,5 \text{ кг/м}^3$ – насыпная плотность материала;

$R = 0,65\text{м}$ – гидравлический радиус сосуда.

Для конусных частей сосудов, если насыпная плотность мало изменяется от вертикального давления ($p_H = const$):

$$\sigma_z = -p_H g \frac{H_k - Z_k}{1 - B} + \frac{\sigma_0 + p_H g \frac{H_k}{1 - B}}{H_k^B} (H_k - Z_k)^B,$$

$$\sigma_z = -0,5 \cdot 10 \cdot \frac{1,3 - 0,65}{1 - 1,6} + \frac{0 + 0,5 \cdot 10 \frac{1,3}{1 - 1,6}}{1,3^{1,6}} (1,3 - 0,65)^{1,6} = 0,72.$$

где $H_k = 1,3$ – полная высота конуса;

Z_k – координата от верхней точки (основания) конуса;

σ_0 – вертикальное давление в верхней точке конуса ($Z_k = 0$) от вышележащих слоев,

$$B = 2[\cos^2(a) + \zeta \sin^2(a)][f_{\Pi} + ctg(a)]tg(a),$$

$$B = 2[\cos^2(45) + 0,17 \sin^2(45)][0,42 + ctg(45)]tg(45) = 1,6.$$

где $a = 45^\circ$ – угол наклона образующей конуса к горизонтали.

Давление сыпучего материала на вертикальные боковые стенки:

$$\sigma = \sigma_z \cdot \zeta.$$

Давление на наклонные стенки:

$$\sigma = \sigma_z \cdot [\cos^2(a) + \zeta \cdot \sin^2(a)],$$

$$\sigma = 0,72 \cdot [\cos^2(45) + 0,17 \cdot \sin^2(45)] = 0,42$$

Схема бункера приведена на рисунке 9,
где $D = 2,6\text{м}$ – диаметр бункера;
 $H_1 = 0,75\text{м}$ – высота выше точки подвеса;
 $H_2 = 1,5\text{м}$ – высота цилиндрической части;
 $H_K = 1,3\text{м}$ – высота конической части;
 $Z = 2,57\text{м}$ – текущая координата цилиндрической части;
 $Z_K = 0,65\text{м}$ – текущая координата конической части.

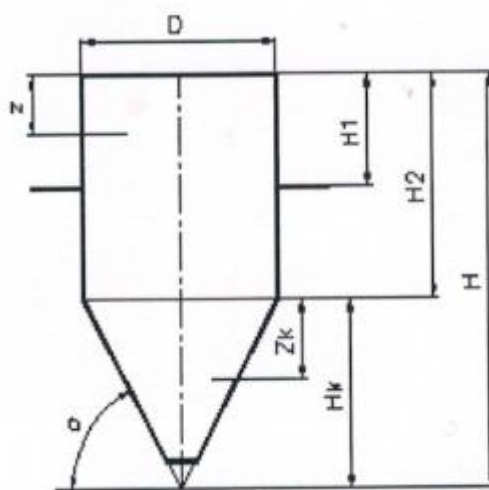


Рисунок 9 – Схема цилиндроконического бункера

Стенки бункера испытывают следующие напряжения:
отрывные, действующие вдоль образующей,

$$\sigma_0 = \frac{P_0}{\sigma},$$

$$\sigma_0 = \frac{0,82}{0,011} = 74,5 \text{ Н/м.}$$

и распирающие, действующие по касательной к окружности стенки,

$$\sigma_p = \frac{P_p}{\sigma},$$

где P_0 – отрывные силы, действующие на единицу длины окружности;

P_p – распирающие силы, действующие на единицу длины образующей;

H_K – толщина стенки бункера.

Эквивалентные напряжения в стенке бункера по четвертой теории прочности:

$$\sigma_3^{IV} = \sqrt{\sigma_0^2 + \sigma_p^2 - \sigma_0 \cdot \sigma_p},$$

$$\sigma_3^{IV} = \sqrt{74,5^2 + 54,5^2 - 74,5 \cdot 54,5} = 66,7 \text{ Н/м.}$$

Так как отрывные и распирающие силы отличаются от соответствующих напряжений только постоянным множителем, то эффективному напряжению σ_3 соответствует эффективное усилие.

$$P_3 = \sqrt{P_0^2 + P - P \cdot P_p},$$

$$P_3 = \sqrt{0,82^2 + 0,6^2 - 0,82 \cdot 0,6} = 0,73 \text{ Н.}$$

Для конической части бункера отрывные силы:

$$P_0 = K_D \cdot \frac{\pi \cdot r^2 \cdot \sigma_z + M \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sin(a)},$$

$$P_3 = 1,1 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,65 \cdot 0,72 + 0,14 \cdot 10}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,7} = 0,82 \text{ Н.}$$

где $K_D = 1,1$ – коэффициент динамичности, зависящий от условий работы;

r – радиус конуса на расстоянии Z_k :

$$r = \frac{H_k - Z_k}{tg(\alpha)},$$

$$r = \frac{1,3 - 0,65}{1} = 0,65 \text{ м.}$$

Высота конуса:

$$H_k = \frac{D}{2tg(\alpha)},$$

$$H_k = \frac{2,6}{2 \cdot 1} = 1,3 \text{ м.}$$

M – масса материала в бункере ниже координаты Z_k , если эта координата ниже опоры бункера.

Для конической части бункера:

$$M_k = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot (H_k - Z_k) \cdot \rho_H,$$

$$M_k = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,65^2 \cdot (1,3 - 0,65) \cdot 0,5 = 0,14 \text{ кг}$$

Для цилиндрической части:

$$M_{ц} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot Z \cdot p_K,$$

$$M_{ц} = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} \cdot 0,23 \cdot 0,5 = 0,09 \text{ кг.}$$

Насыпная плотность:

$$p = p_M(1 - \varepsilon)(1 + \omega),$$

где $p_M=1,3 \text{ кг/м}^3$ – плотность материала;

$\varepsilon=0,476$ – его порозность;

$\omega=50\%$ – влажность материала.

$$p = 1,3(1 - 0,476)(1 + 0,5) = 1,02 \text{ кг/м}^3$$

Распирающие силы, действующие на единицу длины образующей:

$$P_p = K_D \cdot 2 \cdot r \cdot \sigma_a \sin(a),$$

где σ_a – давление на стенку бункера.

Для цилиндрической части бункера $a=0$ и $\sin(a)=1$, $r = D/2$, $\sigma_a = \sigma_x = \xi \sigma_z$

Расчетная толщина стенки бункера δ_p определяется из условия: $\sigma \leq [\sigma]$,

$$P_p = 1,1 \cdot 2 \cdot 0,65 \cdot 0,42 \cdot 1 = 0,6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

где $\sigma = \frac{P_z}{\pi D \delta_p}$ – напряжение в стенке бункера;

$[\sigma]=240 \text{ МПа}$ – допускаемое напряжение материала стенки. Исполнительная толщина стенки:

$$\delta = \delta_p + c + c_0,$$

$$\delta = 9,5 + 1 + 0,5 = 11 \text{ мм.}$$

где c – поправка на абразивный износ, которую можно принять $c=1$ мм;

c_0 – поправка на округление;

δ_p – исполнительная толщина стенки, округляется в большую сторону до ближайшей стандартной толщины листа.

$$\delta_p = \max \left\{ \frac{\frac{1 \cdot 0,46}{2 \cdot 1 \cdot [240]} - 0,46}{\frac{1 \cdot 0,575}{2 \cdot 1 \cdot [175]} - 0,575} \right\} = 9,5; 0,016 \text{ мм.}$$

Выбираем большое значение: $\delta = 9,5$ мм.

2.3 Точность дозирования и производительность шнекового дозатора

На точность дозирования и выбор типа дозатора в первую очередь влияют физико-механические свойства кормов. Поэтому было введено понятие дозируемость материалов — способность материалов разделяться на дозы заданной величины с наперед заданной точностью.

Точность дозирования любым типом дозаторов обуславливается зоотехническими требованиями и ограничивается технологическим допуском.

$$\Delta_T = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_{cp}},$$

где Q_{max} , Q_{min} , Q_{cp} — максимальный, минимальный и средний расход (производительность) дозатора, кг/с или м³/с. (при работе на одну и ту же установленную дозу).

$$\Delta_T = \frac{0,0126 - 0,0114}{0,012} = 0,1 \text{ кг/с}$$

2.4 Реализация алгоритмов управления гелиокатамараном

Катамаран должен будет работать в двух режимах управления автономном (автоматическом) или ручном.

В автоматическом режиме катамаран должен осуществлять передвижение по водоему с последующим внесением корма рыбам. Он должен осуществлять возврат обратно на станцию, если закончилась программа кормления или корм. Передвижение осуществляется за счет ориентирование по координатам GPS. Катамаран двигаясь по воде снимает текущие показатели качества воды в пруду: температура воды, растворенный кислород, рН воды. На основе этих показаний оператор может вносить изменения в программу кормления. По этой программе гелиокатамаран автоматически вносит определённую дозировку корма для рыб и медикаментов с помощью бункера-дозатора.

В ручном режиме осуществляются те же операции, что и в автоматическом, но только с помощью оператора, присутствующего на катамаране.

2.5 Алгоритм ручного управления гелиокатамараном

2.5.1 Управление движением катамараном

Ручной режим движения зависит от работы джойстика управления. В зависимости от положения его ручки вперед/назад, влево/вправо двигатели приводятся в действие. Так как джойстик аналоговый то он позволяет управлять скоростью вращения электродвигателей.

Джойстик имеет четыре встроенных резистора по каждой оси, каждый резистор подключен к ПЛК как резистивный элемент. При изменении сигнала

джойстика, программа анализирует направления движения и в зависимости от значения сопротивления, устанавливает требуемую скорость.

Программа работает следующим образом (рисунок 10): исходный сигнал поступает на блок Vhod и KAT,1 чтобы добиться соответствия диапазонов входного сигнала и периода ШИМ-сигнала, нужно отмасштабировать входной сигнал так чтобы при его максимуме соответствовал периоду ШИМ-сигнала. Это выполняется с помощью элемента MUL. Далее нужно преобразовать наш аналоговый сигнал, имеющий тип REAL в тип TIME. Для того чтобы менять скважность сигнала в нужном диапазоне, мы ограничиваем сигнал элементом LIMIT, записывая на его входы Time1 и Time2. Чтобы сгенерировать сигнал нужной длительности и периода необходимо два сигнала: сигнал импульса и время ожидания/паузы. Для этого из периода ШИМ-сигнала вычитается длительность импульса с помощью элемента SUB.

При изменении аналогового сигнала с джойстика в диапазоне необходимо изменять скважность этого сигнала от исходного, при этом задан период ШИМ-сигнала равный 102 миллисекунд.

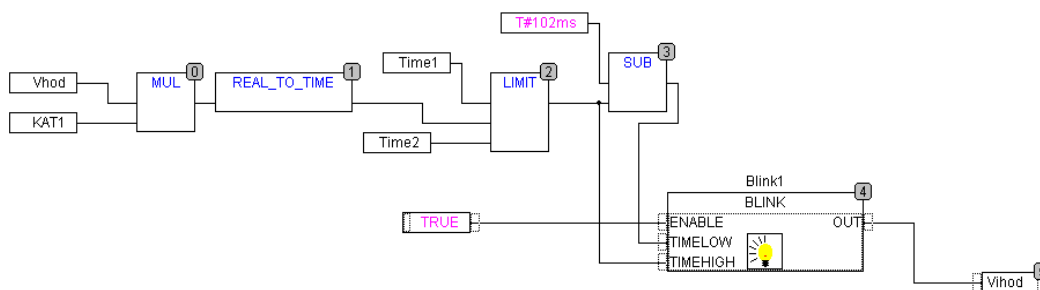


Рисунок 10 – Схема генерации ШИМ сигнала на языке CFC

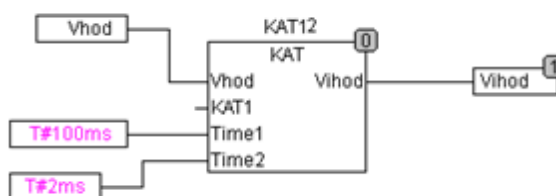


Рисунок 11 – Схема вызова функционального блока генерации ШИМ сигнала

На рисунке 12 представлена схема ручного управления движением. Переменную *vpered* подается сигнал, на блок генерации шим сигнала проходя блок или поступает на дискретный выход контролера. Аналогично условия выполняются для переменной *nazad* с разницей в том, что введен элемент для задержки прохождения сигнала на управление двигателям с помощью таймера TON, это связано с переключением цепей управлением двигателями на реверс. При повороте налево появляется сигнал *levo* который идет на блок ИЛИ, а потом уходит на *dvigatel1*, аналогично для движения вправо, только сигнал поступает на другой двигатель.

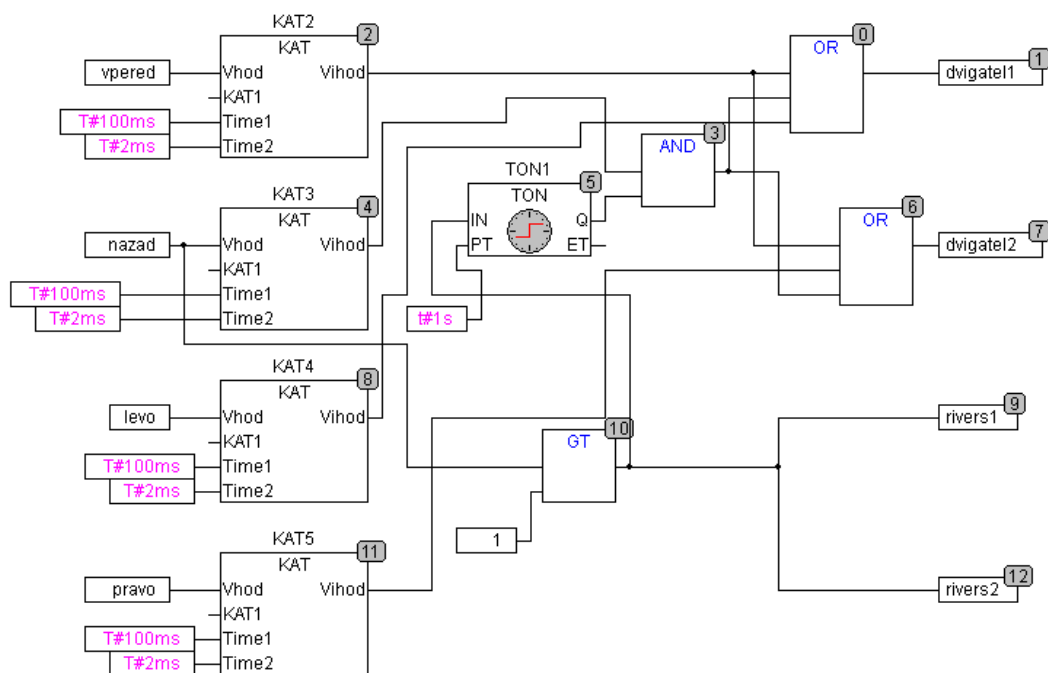


Рисунок 12 – Схема ручным управлением движением на языке CFC

2.5.2 Управление дозированием кормом

Как уже говорилось ранее, катамаран вносит корм и необходимые медикаменты с помощью бункера-дозатора. Работа бункера осуществляется непосредственно из-за приведения в действие мотор-редуктора, который вращает шнек внутри горизонтального конвейера. Шнек имеет два варианта работы

Корм высыпается на всем протяжении работы Гелиокатамарана

Шнек работает прерывисто, высыпая корм на протяжении 10м, затем останавливается на тот же промежуток, и снова начинает работать.

Ниже представлен экран выбора режима дозирования корма (рисунок 13).

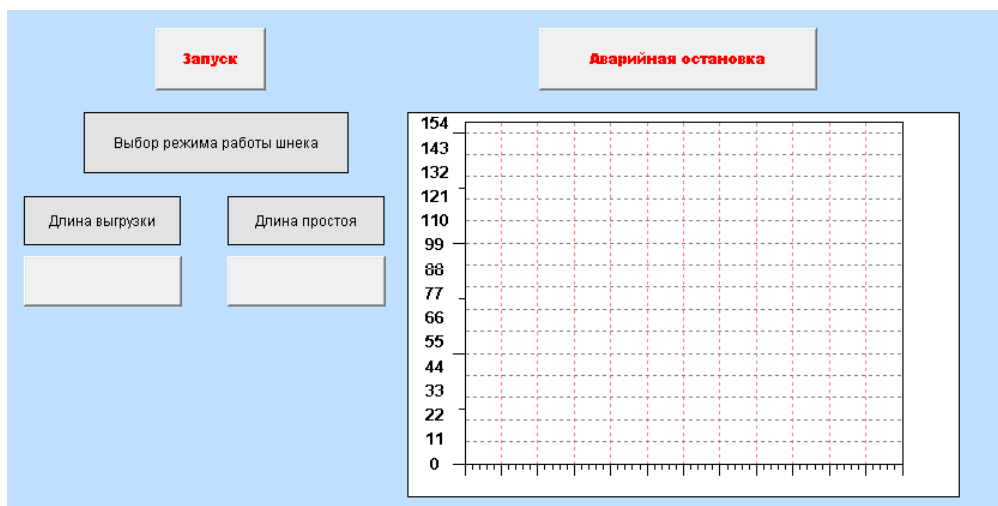


Рисунок 13 – Визуализация отображения выбора режима дозирования корма

Запуск программы возможен только при одновременных соблюдении следующих условий: есть сигнал запуска системы, аварийной остановки и наличия корма в бункера. Таким образом функциональный блок начнет свою работу, когда переменная отвечающая за запуск системы `zap1` примет значение `TRUE`; сигнал аварийной остановки `STOP` примет значение логического нуля; поступает сигнал емкостного датчика о наличии корма. После того как оператор задал длину выгрузки и простоя блок `BLINK` запускает мотор-редуктор, который работает до тех пор, пока в бункере есть корм. В программе присутствует блок `GT` который сравнивает количество корма с нулевым значением и в случае нарушения этого условия дает сигнал `FALSE` на блок `AND`, который останавливает работу программы (рисунок 14).

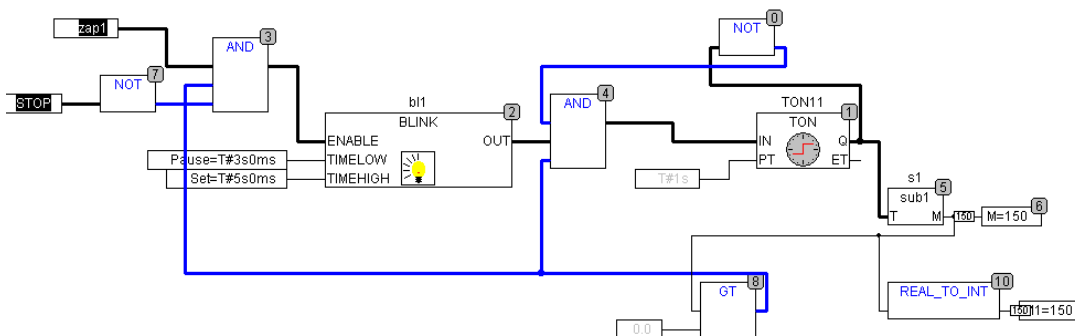


Рисунок 14 – Схема управления выбора режима дозирования корма

В зависимости от выбора режима, в программе устанавливается длина выгрузки и длина простоя, которые и позволяют осуществить желаемый вид работы шнека (рисунок 15). В программу закладывается привязка расхода корма в бункере-дозаторе, шнек должен остановиться из-за недостаточного его уровня (рисунок 16).

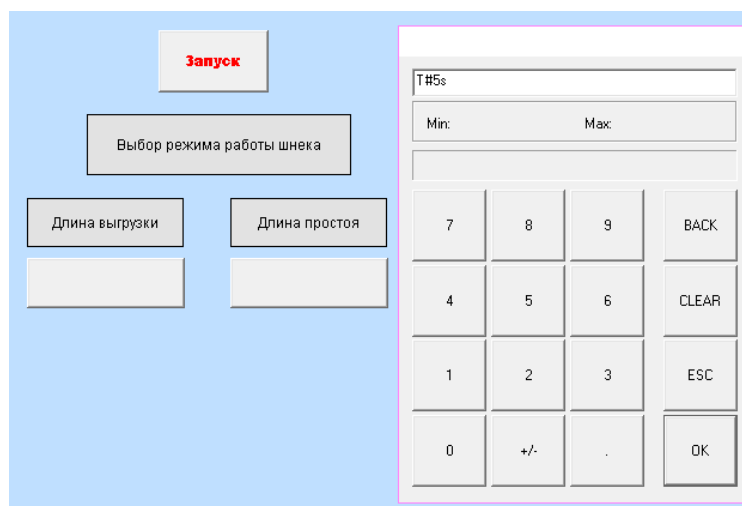


Рисунок 15 – Установка длины выгрузки и длины простоя

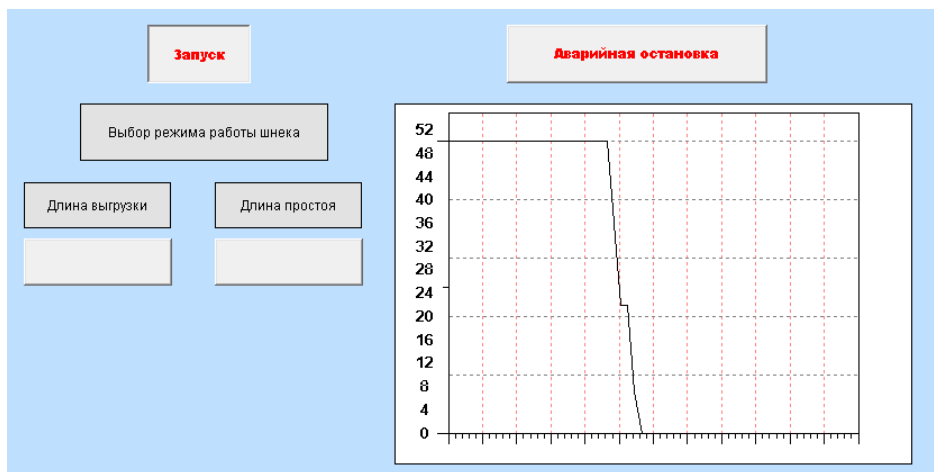


Рисунок 16 – Остановка работы шнека из-за недостаточного количества корма

Благодаря установленным в бункере ёмкостным датчикам, можно вести контроль расхода корма (рисунок 18). За пример расчета был взят второй вариант работы шнека (прерывистый). Из расчетов, что средняя скорость электродвигателей, которые приводят в движение Гелиокатамарана 5-8 км/ч, было решено взять за идеал 5 км/ч (1,4 м/с) т.к. катамаран нагружен аппаратурой и бункером. Производительность конвейера 1кг/с, значит время прохождения катамараном 10м:

$$t = \frac{S}{v},$$

$$t = \frac{10\text{м}}{1,4 \text{ м/с}} = 7,1\text{с.}$$

Из расчетов выходит, что за 10м, шнек высыпает 7,1 кг корма. Их этих расчетов следует написанная программа, в которой для учета расхода указывается, что от общего веса корма, через определённый промежуток времени остановки шнека вычитается 7,1 кг.

При поступлении сигнал на Start, при одновременном соблюдении двух логических сигналов вырабатывается сигнал TRUE который идет на включение таймера. Вычет происходит по истечении заданного времени. Для этого используется таймер TON, который выдает сигнал TRUE на блок Sub1, тем самым инициализируя вычет. После его отработки, с выхода Q также посылается сигнал TRUE, который, проходя через инверсный блок NOT, попадает на блок AND, тем самым обращая выходной сигнал с данного блока на FALSE. Так как это кратковременное переключение происходит за цикливание сигнала (рисунок 17).

Для учета расхода добавлен элемент SUB, который вычитает из числа общего загруженного корма, число еще находящегося в бункере корма.

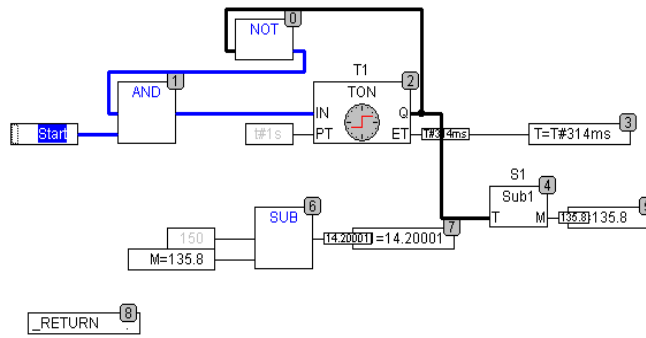


Рисунок 17 – Листинг программы дозирования

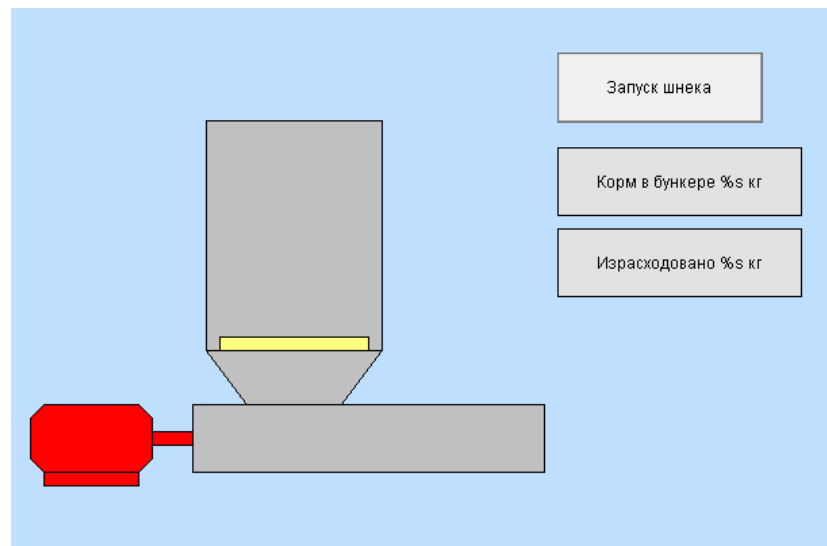


Рисунок 18 – Визуализация программы дозирования

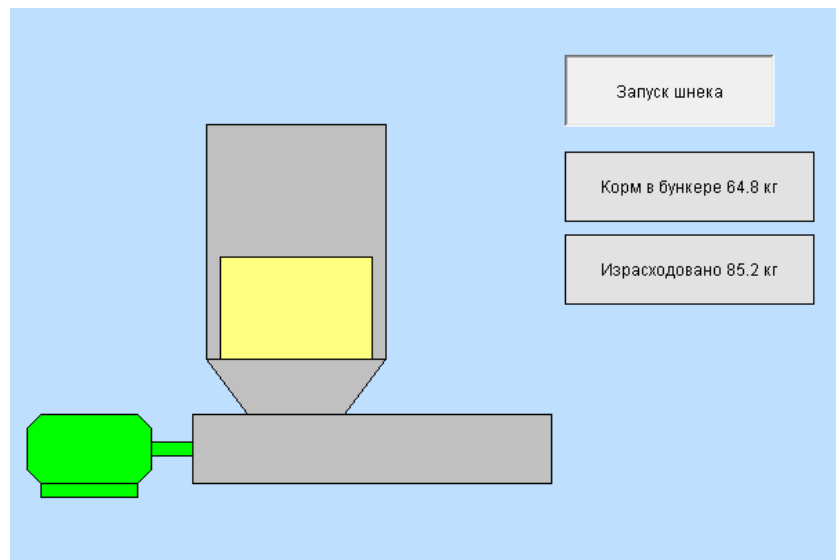


Рисунок 19 – Процесс учета дозирования

2.5.3 Панель управления

В ручном режим управления, все действия необходимые для функционирования гелиокатамарана оператор осуществляет с помощью панели управления. На рисунке 20 отображен общий вид панели управления Гелиокатамараном.

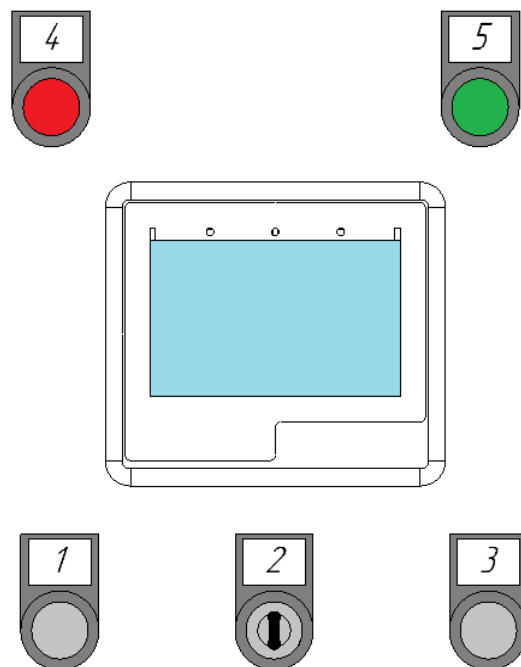


Рисунок 20 – Панель управления Гелиокатамараном

Светосигнальные индикаторы 4, 5 оповещают о уровне корма в бункеродозаторе. Кнопки управления 1,3 запускают шнек и отключают питание в случае аварии соответственно. Переключатель с ключом (поз. 2) переводит автоматический режим в ручной. На панели оператора самого ПЛК выводятся следующие параметры, необходимые для сбора данных о текущем состоянии воды. Были выбраны следующие основные параметры для контроля выращивания рыб:

Температура воды – фактор, влияющий на темп роста рыб. Температура воды должна соответствовать видовому составу разводимых промысловых рыб на различных этапах их развития. Это требование является одним из основных при выращивании рыб.

При выращивании рыбы в открытых водоемах в условиях, одним из важных параметров является температура воздуха, т.к. её из-за повышения

может наблюдаться дефицит кислорода. При высокой температуре воды начинают активно расти микроводоросли.

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб, составляет около 5 мг O₂/л. Понижение его до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб. Неблагоприятно сказывается на их состоянии и пресыщение воды кислородом. ПДК растворенного кислорода для водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет в зимний период 4 мг/дм³, в летний – 6 мг/дм³.

Уровень pH воды показывает уровень кислотности или щелочности среды, а кислотность и щелочность характеризуется количественным содержанием в воде элементов, нейтрализующих щелочь и кислоту. Идеальный показатель pH воды для рыб равняется 7 при 25 °С, при pH = 6 гибнет радужная форель, pH = 5 погибают головастики, раки, мухи-однодневки, pH = 4 гибнет вся рыба.

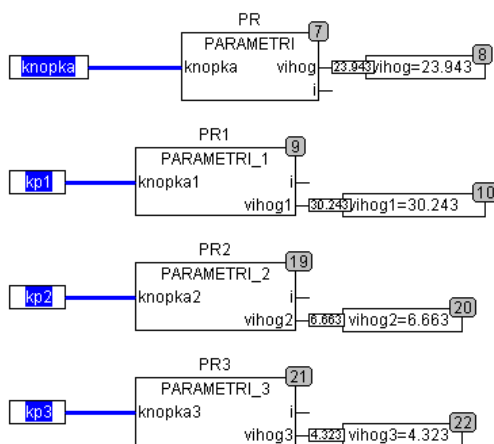


Рисунок 21 – Листинг программы масштабирования исходных сигналов датчиком

На рисунке 22 представлена визуализация работа экрана с имитацией получения измерительной информации с датчиков.

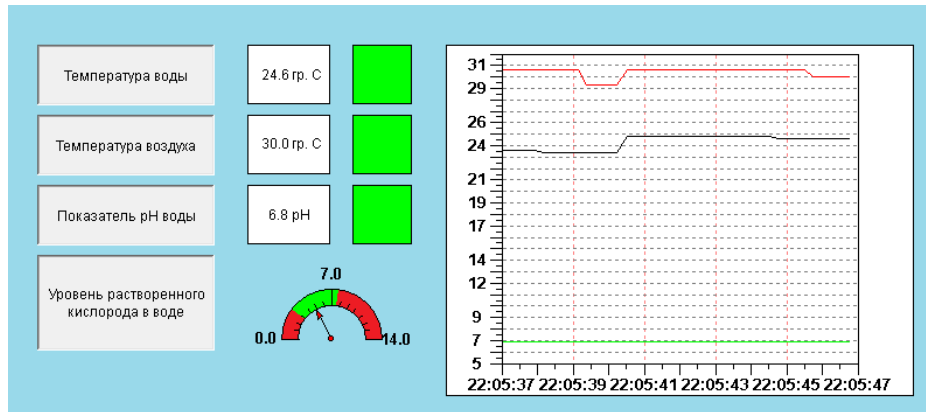


Рисунок 22 – Имитация отображения измерительной информации с датчиков

Вывод:

- В результате проведенного расчета был спроектирован автоматизированный бункер-дозатор для сыпучих и гранулированных материалов объемом 1,5 м³ имеющий следующие характеристики: диаметр шнека D=150 мм; точность дозирования Q = 0,1 кг/с;
- Был разработан алгоритм управления автономным гелиокатамараном в ручном режиме, который позволит осуществлять ручное управление катамараном, а также автоматическое кормление рыбы по заданной программе.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

3.1 Описание объекта управления

В ходе выполнения выпускной работы бакалавра на кафедре ВАЭиВТ был создан прототип Гелиокатамарана (рисунок 23).



Рисунок 23 – Прототип Гелиакатамарана

Катамаран представляет из себя два поплавок, соединенных между собой каркасом.

Основная надстройка, которая выполняет функцию ребер жесткости и скрепляет между собой поплавки и конструкция для установки бункера и солнечных панелей были выполнены из металлического профиля и листа жести. Сами поплавки, на которых катамаран держится на воде были специально напечатаны на 3Д-принтере, бункер-дозатор и шнек также были созданы с помощью аддитивных технологий. Нос поплавка имеет угловатую форму для понижения гидродинамического сопротивления воды.

Катамаран прошел ходовые испытания на воде. В ходе испытаний было успешно протестировано АСУ модели. Взаимодействие двигателей, плавность хода и реализация поворотных маневров. Шаговый двигатель вращает шнек со

скоростью 8 об/мин, что позволяет равномерно распределять корм из бункера-дозатора. Пока на данном этапе реализации проекта был установлен только температурный датчик, который снимал показания воды, в ходе испытаний.

Солнечная панель

Использование на катамаране солнечных панелей, аккумулятора, двигателей постоянного тока позволит достичь ряд достоинств, а именно абсолютная бесшумность и отсутствие вредных выбросов в окружающую среду по сравнению с двигателями внутреннего сгорания, что позволяет использовать судно для исследовательских целей в охраняемых водоемах.

3.2 Характеристика технологического оборудования

В качестве энергетической установки выбрана следующая схема. Предлагается использовать двигатели постоянного тока, питающиеся от установленного в корпус катамарана аккумулятора. Аккумулятор в свою очередь заряжается от энергии, вырабатываемой солнечными панелями.

Используются 2 поликристаллические солнечные панели мощностью по 150Вт каждая, необслуживаемый аккумулятор емкостью 100А·ч, два электродвигателя мощностью более 500Вт каждый.

3.3 Выбор технических средств автоматизации и их описание

3.3.1 Контроллер ПЛК-40.04 АГАВА

АГАВА ПЛК-40 – это программируемый логический контроллер с сенсорным дисплеем. Главным его плюсом является модульность. Вы сами выбираете количество и тип интерфейсов, входов/выходов, которые будут располагаться «на борту» контроллера. Контроллер поддерживает до пяти многоканальных submodule ввода/вывода [14].

АГАВА ПЛК-40 – это продукт, включающий в себя:

- промышленный контроллер на операционной системе реального времени Linux;
- среду разработки прикладных программ CoDeSys 3.5;
- интерфейсный модуль с набором цифровых, дискретных и аналоговых входов/выходов;
- дополнительные модули ввода/вывода (АГАВА MBV-40);



Рисунок 24 – Внешний вид ПЛК-40.04 АГАВА

Таблица 1 – Технические характеристики ПЛК-40.04 АГАВА

Габаритные размеры, мм	135x119x88
Степень защиты корпуса	IP54 – лицевая панель / IP20 – задняя панель
Напряжение питания	24В
Потребляемая мощность	10Вт
Операционная система	Реального времени Linux RT 4.4.12
Система исполнения	CODESYS 3.5.10
Микроконтроллер	32-х разрядный, Cortex-A8 800МГц, L2-кэш 256Кб
Объем и тип оперативной памяти	256Мб DDR3
Объем eMMC-памяти	4 Гб
Объем SD-карты	до 2 Тб
Интерфейсы загрузки программ	Codesys Ethernet, USB (RNDIS)
Температура окружающего воздуха	От -10°C до +50°C

3.3.2 Модули аналогового ввода MB110-224.2A

Модули предназначены для измерения аналоговых сигналов встроенными аналоговыми входами, преобразования измеренных величин в значение

физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485 [38].

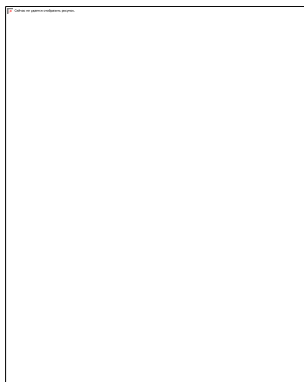


Рисунок 25 – Модули аналогового ввода MB110-224.2A

Таблица 2 – Технические характеристики модуля аналогового ввода MB110-224.2A

Количество входов	2 AI
Разрядность АЦП	16 бит
Тип поддерживаемых сигналов	4...20 мА
Напряжение встроенного источника питания	24 ±3 В
Ток встроенного источника питания	50 мА
Скорость обмена по RS-485	2400...115200 бит/с

3.3.3 Модули аналогового ввода MB110-224.8A

Модули предназначены для измерения аналоговых сигналов встроенными аналоговыми входами, преобразования измеренных величин в значение физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485 [39].



Рисунок 26 – Модули аналогового ввода MB110-224.8A

Таблица 3 – Технические характеристики модуля аналогового ввода MB110-224.8A

Количество входов	8 AI
Разрядность АЦП	16 бит
Тип поддерживаемых сигналов	4...20 мА
Напряжение встроенного источника питания	24 ±3 В
Ток встроенного источника питания	50 мА
Скорость обмена по RS-485	2400...115200 бит/с

3.3.4 Модули дискретного ввода/вывода МК110-224.8Д.4Р

Модули предназначены для управления по сигналам из сети RS-485 встроенными дискретными ВЭ, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением, и сбора данных с дискретных входов модуля с передачей их в сеть RS-485 [40].



Рисунок 27 – Модули дискретного ввода/вывода МК110-224.8Д.4Р

Таблица 4 – Технические параметры модуля дискретного ввода/вывода МК110-224.8Д.4Р

Количество входов/выходов	8 DI / 4 DO
Напряжение встроенного источника питания	24 ±3 В
Макс. входной ток	не более 7 мА
Скорость обмена по RS-485	2400...115200 бит/с

3.3.5 Модуль релейного вывода I-7066D

Модули серии I-7000/M-7000 используют промышленный коммуникационный интерфейс RS-485 для передачи и получения данных с высокой скоростью на больших дистанциях. Все модули легко интегрируются с обычными компьютерами и контроллерами. Внутренняя схема защиты от перенапряже-

ния используется в каналах связи для защиты модулей от скачков напряжения [41].



Рисунок 28 – Модуль релейного вывода I-7066D

Таблица 5 – Технические параметры модуля релейного вывода I-7066D

Количество разъемов RS-485	1
Скорость RS-485 (максимум)	115200 Бит/с
Количество каналов DO	7
Нормально разомкнутое реле	7
Максимальный коммутируемый ток для реле с контактами (А)	0.13А при 350В AC, 0.13А при 350В DC
Требования по напряжению DC	10 ... 30 В
Мощность потребления	0.8 Вт
Требования к температуре при работе	От -25 до +75 °С

3.3.6 Преобразователь интерфейсов беспроводной SCM-WF48

Беспроводные преобразователи интерфейса SCM-WF48 позволяют осуществлять беспроводную связь между устройствами путем преобразования сигналов устройств USB или RS485 в сигналы Wi-Fi и наоборот. Эти устройства могут передавать беспроводные сигналы на расстояние до 100 м, и могут легко конфигурироваться с помощью программного обеспечения DAQMaster [15].



Рисунок 29 – Внешний вид конвертер Modbus RTU SCM-WF48

Таблица 6 – Технические характеристики конвертера Modbus RTU SCM-WF48

Источник питания	24 В
Допустимый диапазон напряжения	12-28 В
Тип связи	RS485/ USB / Wi-Fi
Рабочая температура	-20 °С до + 60 °С
Скорость передачи	115200 Бит/с
Диапазон передачи	800м / 1м / 100м

3.3.7 GPS приемник GPS-721-MRTU

Устройство для определения географических координат текущего местоположения антенны приёмника, на основе данных о временных задержках прихода радиосигналов, излучаемых спутниками навигационных систем.



Рисунок 30 – Внешний вид GPS-721-MRTU

Таблица 7 – Технические характеристики GPS-721-MRTU [16]

Скорость RS-485 (максимум):	115200 Бит/с
Выходное напряжение	5 – 30 В
Максимальный ток на выходе	100 мА
Требования по напряжению DC	10 – 30 В
Мощность потребления	2.5 Вт
Требования к температуре при работе	От –25 °С до +75 °С

3.3.8 Датчик тока WBI051F21

Датчик тока представляет собой устройство, используемое для измерения и контроля постоянного, переменного и импульсного тока. Кроме того, у них есть надежная электрическая изоляция, их отличает широкий диапазон частот, ими не выделяется тепло.



Рисунок 31 – Внешний вид датчик тока WBI051F21

Таблица 8 – Технические характеристики датчика тока WBI051F21 [17]

Входной сигнал	\pm DC 20A, 30A, 50A, 100A
Выход	DC 2.5V \pm 1., 25V, 5V \pm 2. 5 V, 5V \pm 5V, 2.5V \pm 2. 5 V
Блок питания	DC 24 В
Статический ток	25mA
Рабочая температура	От – 25 °С до + 70 °С

3.3.9 Датчик напряжения DVV100

Осуществляют преобразование текущего значения напряжения (с солнечной панели) в электрический сигнал.



Рисунок 32 – Внешний вид датчик напряжения DVV100

Таблица 8 – Технические характеристики датчика напряжения DVV100 [18]

Номинальная входная мощность	12vdc, 24vdc
Выход	0 ~ 20mA; 4 ~ 20mA; 0 ~ 5 В; 0 ~ 10 В
Напряжение диапазон	30 В
Рабочая мощность	12 В или 24 В постоянного тока
Время ответа	≤300ms
Рабочая температура	От -10°C до + 60 °C
Потребляемый ток	≤ 25 мА

3.3.10 Термопреобразователь сопротивления ОВЕН ДТС15М-50М.0, 5.500.И

Термопреобразователи сопротивления ОВЕН ДТС-И со встроенным высокоточным нормирующим преобразователем предназначены для измерения и непрерывного преобразования температуры твердых, жидких, газообразных и сыпучих веществ в унифицированный выходной сигнал постоянного тока 4...20 мА. [19].



Рисунок 33 – Внешний вид термопреобразователя сопротивления ОВЕН ДТС15М-50М.0, 5.500.И

Таблица 9 – Технические параметры датчика напряжения термопреобразователя сопротивления ОВЕН ДТС15М-50М.0, 5.500.И

Номинальное значение напряжения питания	24В
Выходной сигнал	4...20 мА
Номинальная статическая характеристика	50М
Нелинейность преобразования	±0,2 %
Диапазон измеряемых температур	От –50°С до +50 °С
Максимальная мощность	0,8 Вт
Класс точности	0,5

3.3.11 Цифровой датчик кислорода Охумах COS61D

Охумах COS61D является высокопроизводительным цифровым датчиком кислорода, обеспечивающим быстрые и точные измерения без дрефта. Он поддерживает технологический процесс благодаря низким трудозатратам на техобслуживание, высокой доступности и простоте в управлении. Стойкий флуоресцентный слой на датчике является исключительно селективным для кислорода (без помех), что обеспечивает стабильную надежность измерений. Благодаря цифровой технологии Memosens, Охумах COS61D сочетает максимальную целостность процесса и упрощает лабораторную калибровку [20].



Рисунок 34 – Внешний вид датчик кислорода Охумах COS61D

Таблица 10 – Технические характеристики датчик кислорода Охумах COS61D

Диапазон измерения	0...20 мг/л
Температура среды	От -5 до +60 °С
Выходной сигнал	4...20 мА
Напряжение питания	24В
Степень защиты	IP 66

3.3.12 Прибор для измерения pH воды

С помощью компактных преобразователей pH метра промышленного возможно непрерывно контролировать кислотность ($\text{pH} < 7$) и щелочность ($\text{pH} > 7$) жидкостей, и на основании полученных данных дозировать необходимые химикаты или совершать другие технологические операции [22].



Рисунок 35 – Внешний вид датчика pH AnaCONT LE

Таблица 11 – Технические характеристики датчика pH AnaCONT LE

Диапазон измерений pH	0-14
Выходной сигнал	4-20 mA, HART, релейный выход
Точность	0.1%
Напряжение питания	12...36 V DC
Степень защиты	IP 65
Рабочая температура	От -10°C до $+90^{\circ}\text{C}$

3.3.13 Емкостной сигнализатор уровня LJC18A3-H-Z/BX

Емкостной бесконтактный датчик LJC18A3-H-Z/BX используется для определения наличия или контроля положения объектов. Наиболее часто емкостные датчики применяют для контроля уровня жидкостей и сыпучих материалов. При появлении в зоне срабатывания объекта емкостной датчик замыкает или размыкает цепь. Принцип действия бесконтактного емкостного датчика базируется на изменении емкости встроенного конденсатора при попадании в его активную зону объекта, изменении параметров генератора и как ре-

зультат - к переключению коммутационного элемента. Данный датчик широко применяется в 3D принтерах, для автокалибровки стола [23].



Рисунок 36 – Внешний вид сигнализатора уровня LJC18A3-H-Z/BX

Таблица 12 – Технические характеристики сигнализатора уровня LJC18A3-H-Z/BX

Напряжение питания	6-36 В
Выходной ток:	300 мА
Расстояние обнаружения	1-10 мм
Выходной сигнал	NPN (открытый коллектор)
Рабочая температура	-25 °С до + 65 °С
Диаметр головки	18 мм

3.3.14 Мотор-редуктор MY1016z

Мотор-редуктор является исполнительным механизмом, который вращает шнек.



Рисунок 37 – Внешний вид мотор-редуктора MY1016z

Таблица 13 – Технические характеристики мотор-редуктора MY1016z [24]

Номинальное напряжение	24 Вольт
Номинальная мощность	350 Вт
Максимальный ток	18,4 А
Частота вращения мотора	300 об/мин
Частота вращения	2750 об/мин. (Холостой ход 3500 об/мин)
Момент на валу	1,12 Н*м

3.3.15 Электромотор Mikado 950 SP-NRS-86X

Электромоторы являются основной двигательной силой, которая перемещает катамаран по водному пространству.



Рисунок 38 - Двигатель Mikado 950 SP-NRS-86X

Таблица 14 – Технические характеристики двигателя Mikado 950 SP-NRS-86X [25]

Тяга	86 л.с
Вес мотора	15 кг
Напряжение питания	24В
Мощность	576 Вт
Длина дейдвуд	:980 мм
Максимально потребляемый ток	24А

3.3.16 Солнечная панель Exmork poly-Si

Солнечные панели являются основным питающим элементами Гелиока-катамарана, с помощью них заряжаются аккумуляторы и питается вся система.

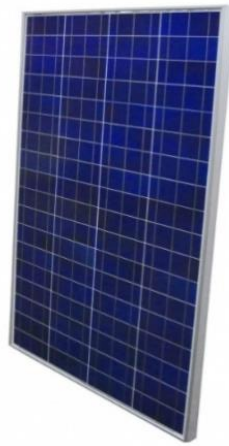


Рисунок 39 – Солнечная панель Exmork poly-Si

Таблица 15 – Данные по солнечным клеткам [26]

Тип	Поли
Производитель солнечных клеток	Sunny Energy Science and Technology (Китай)
Эффективность фотоэлектрического преобразования (КПД)	до 17,3%
Класс качества	A
Количество клеток в модуле	36 штук

Таблица 16 – Материалы

Рама	анодированный алюминий
Стекло	специальное закалённое стекло для солнечных модулей
Светопроницаемость стекла	97%, выдерживает без повреждения металлический шарик 227 г., с высоты 1 метр
Ветровая нагрузка	до 60 м/с (200 кг на квадратный метр)
Фронтальный ламинат	Ni-sheet RC 02B (0.45 мм. толщина)
Подкладка	фольгированный материал, PTL3-38/75(0.17 мм. толщина), Krempel

Таблица 17 – Температурные режимы работы

Оптимальная температура без потери мощности	до +47°C
Рабочий диапазон	от -40°C до +85°C
Степень герметизации	IP 65
Паспортная мощность солнечной батареи (Wp)	150 Вт
Номинальное напряжение солнечной батареи	12В
Напряжение при пиковой мощности	17.5 В
Напряжение в отсутствии нагрузки	22.0 В

Продолжение таблицы 17

Напряжение максимальное в системе	1000В
Ток при максимальной мощности батареи	8.57 А
Ток короткого замыкания	9.21 А

Таблица 18 – Массо-габаритные характеристики

Размер одной панели	1482×670×35 мм
Вес без упаковки	12.9 кг

3.4 Органы управления

3.4.1 Джойстик TRY 80

Серия TRY 80 является чрезвычайно надежным исполнением заводского качества для использования в трудных условиях. К тому же опционные функции надежности гарантируют ее работу даже в критичных для надежности применениях. Наряду со стандартными аналоговыми выходами сигналов в этой серии имеются также порты USB или CAN-Bus [27].



Рисунок 340 – Джойстик TRY 80

Таблица 19 – Технические характеристики Джойстик TRY 80

Отклонение оси X/Y	Макс. 38 (из центрального положения ± 19)
Напряжение питания	5В
Потребление тока	4,8 минимально; 11 максимально мА
Выходной ток	± 2 мА
Рабочая температура	От -40 до +85
Механический срок службы	3.000.000 движений в обычных условиях эксплуатации

3.4.2 Переключатель с ключом XB5AG33

Переключатель имеет 3 позиции с ключом, для переключения режимов на Гелиокатмаране.



Рисунок 41 – Переключатель с ключом XB5AG33

Таблица 20 – Технические характеристики переключателя с ключом XB5AG33 [28]

Тип рукоятки	с фиксацией
Параметры управляющего устройства	Переключение ключом
Операторские данные о положении	3 положения +/- 45°
Напряжение питания	220 ... 230 В

3.4.3 Аккумулятор Haze HZB24-100

Haze HZB24-100 - свинцово-кислотные аккумуляторные батареи с предохранительными клапанами, служат для стационарного применения. Данные аккумуляторные батареи не требуют специальной вентиляции или обслуживания. Ввиду того, что электролит в этих аккумуляторах обездвижен, батареи считаются сухими, и могут обслуживаться и транспортироваться в соответствии с требованиями к этому типу батарей [29].



Рисунок 42 – Аккумулятор Haze HZB24-100

Таблица 21 – Технические характеристики аккумулятора Haze HZB24-100

Номинальное напряжение	24В
Материал решетки	Pb/Ca/Sn
Номинальная емкость	100Ач
Диапазон рабочих температур	от -20 С до +50 С
Активный материал	Свинец (Pb – 99,9%)

3.4.4 Контроллер заряда солнечной батареи

Контроллер заряда выполняет контролирующую функцию процесса зарядки и в случае необходимости, прекращает ее.



Рисунок 43 – Внешний вид контроллера заряда солнечной батареи JUTA DY2024DU

Таблица 22 – Технические параметры контроллера заряда солнечной батареи JUTA DY2024DU [30]

Максимальная ток, А	20
Напряжение, В	12/24 (авто)
Максимальная мощность солнечной системы, Вт	240/480
Тип контроллера	ШИМ (широтно-импульсной модуляции)
USB-разъем	2шт, 5В/2А
Типы поддерживаемых АКБ	GEL, AGM, Открытого типа, Li-ion
Собственное потребление, мА	<10
Температурный диапазон, °С	-35 ... +60

3.4.5 Лампа AD22DS

Светосигнальные лампы служат для индикации наличия корма в бункере.



Рисунок 44 – Внешний вид лампы AD22DS

Таблица 23 – Технические параметры лампы AD22DS [31]

Диаметр отверстия	22 мм
Степень защиты	IP40
Номинальное напряжение	24 В
Потребляемый ток	20 мА
Длина	53.0 мм
Температура эксплуатации	От -25 до +40 °С
Диаметр корпуса светофильтра	30 мм
Цвет линзы	зеленый/красный

3.5 Проектирование пульта управления

Для размещения приборов АСУ на плавающем катамаране, был выбран напольный пульт управления фирмы TP EKF PROxima со степенью защиты IP55 и климатическом исполнении УХЛ2. Пульт размещен на палубе под солнечной батареей для удобства работы оператора.

Был выбран ПЛК-40.04 АГАВА, устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, и предназначенный для работы в режимах реального времени.

ПЛК установлен на лицевую сторону пульта управления, там же установлены световые индикаторы, показывающие максимальный и минимальный уровень корма в бункере-дозаторе и кнопки управления аварийной остановки и запуск шнека. Катамаран полностью автоматический, но в случае чрезвычайных ситуаций на нем предусмотрен переход на ручное управление с помощью переключателя с ключом.

Так как напряжение питания АКБ 12В, а у ПЛК 24В, установлен преобразователь напряжения

Для того, чтобы обеспечить управление электродвигателем и двигателем шнека в разных направлениях (реверс) внутри пульта управления установлены твердотельные реле.

Внизу пульта управления установлены клеммные зажимы (клеммники), предназначенные для компактного и надежного подсоединения входящих и отходящих электрических цепей.

Для обеспечения допустимого температурного режима для электроники, избыточное тепло из шкафа необходимо отвести наружу. Избыточное тепло в шкафу возникает всегда, когда в нем установлено оборудование, выделяющее при работе значительное количество этого тепла, например, преобразователи частоты, твердотельные реле т.д. Именно поэтому в самом низу пульта управления установлена впускная решетка с вентилятором.

3.5.1 Оборудование пульта управления

3.5.1.1 Пульт управления напольный TP6 EKF PROxima

Герметичные корпуса серии TP позволяют собирать на их основе шкафы управления любым видом промышленных установок и оборудования. Использование в промышленных или неблагоприятных условиях [32].



Рисунок 45 – Внешний вид пульта управления напольного TP6 EKF PROxima

Таблица 24 – Технические параметры пульта управления напольного TP6 EKF PROxima

Степень защиты	IP55
Срок службы	5
Материал	Сталь
С монтажной платой/панелью	да
Высота, мм	960
Глубина, мм	500
Ширина, мм	600

3.5.1.2 Впускная решетка с вентиляторами KIPVENT -300.01.230

Вентиляционные решетки (впускные и выпускные) используются для создания принудительной вентиляции шкафов управления и электрощитов с целью поддержания допустимого температурного режима для электронного оборудования [33].



Рисунок 46 – Внешний вид KIPVENT -300.01.230

Таблица 25 – Технические параметры KIPVENT -300.01.230

Напряжение питания	24 В
Частота питающей сети	50/60 Гц
Свободная подача воздуха	120 м3/ч
Подача воздуха в комбинации с выпускной решеткой	105 м3/ч
Рабочая температура	-20...+60 °С

3.5.1.3 КонтрАвт PSL низковольтные преобразователи DC/DC

Низковольтный преобразователь служит для преобразования входного напряжения 24В в 5В выходного питания джойстика управления.



Рисунок 47 – Внешний вид низковольтные преобразователи DC/DC

Таблица 25 – Технические параметры низковольтные преобразователи DC/DC [34]

Номинальные входные напряжения	12 В, 24 В, 48 В
Выходные напряжения	5 В, 12 В, 15 В, 24 В
Максимальные мощности	3 Вт, 10 Вт
Расширенный диапазон температур эксплуатации	От -40°C до $+55^{\circ}\text{C}$

3.5.1.4 Зажим наборный ЗНИ-10 мм²

Служат для безопасного и компактного подключения фазных, нулевых и защитных (земля) проводников различного сечения [35].

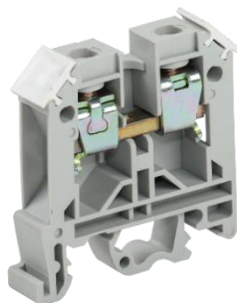


Рисунок 48 – Внешний вид зажим наборный ЗНИ-10мм²

Таблица 25 – Технические характеристики зажим наборный ЗНИ-10мм²

Сечение одножильного жёсткого провода ²	1...16 мм
Сечение многожильного гибкого провода ²	1...10 мм
Номинальный ток	70 А
Номинальное рабочее напряжение	600 В
Количество полюсов	1
Количество зажимных клемм на 1 полюс	2
Рабочая температура	$-40...+80^{\circ}\text{C}$

3.5.1.5 Зажим наборный ЗНИ-35мм²

Служат для безопасного и компактного подключения фазных, нулевых и защитных (земля) проводников различного сечения [42].



Рисунок 49 – Внешний вид зажим наборный ЗНИ-10мм²

Таблица 25 – Технические характеристики зажим наборный ЗНИ-10мм²

Сечение одножильного жёсткого провода ²	4...50 мм
Сечение многожильного гибкого провода ²	6...35 мм
Номинальный ток	125 А
Номинальное рабочее напряжение	600 В
Количество полюсов	1
Количество зажимных клемм на 1 полюс	2
Рабочая температура	-40...+80 °С

3.5.1.6 Твердотельные реле SSR-75 DA

Однополюсные твердотельные реле серии SSR используются для коммутации нагревательных элементов, двигателей, трансформаторов, ламп, сварочных агрегатов и других устройств с рабочим напряжением до 380В переменного тока и могут управляться постоянным напряжением от 3 до 32В [36].



Рисунок 50 – Внешний вид реле SSR-75 DA

Таблица 27 – Технические характеристики реле SSR-75 DA

Управляющее напряжение	4...32В DC
Ток срабатывания	7,5мА/12В
Номинальное напряжение нагрузки	24...380В AC
Пиковое напряжение	более 1200В AC
Номинальный ток нагрузки	75 А
Макс.кратковрем. ток	820 А
Сопротивление изоляции	>50МОм / 500В DC
Диапазон рабочих температур	-20...+80°C

3.5.1.7 Радиатор для твердотельных реле SSR

Радиаторы служат для дополнительного охлаждения твердотельных реле и установки их на DIN рейку.



Рисунок 51 – Внешний вид радиатор для твердотельных реле SSR

Таблица 28 – Технические характеристики реле SSR-75 DA[37]

Вес	82 г
Размер	80·50·50мм
Материал	Алюминий

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время использование альтернативных источников энергии и повсеместная автоматизация процессов приобретают новый виток развития.

В данной работе разработана и исследована автоматическая система управления гелиокатамараном. Произведено описание прототипа катамарана. Проведен обзор и анализ научно-технической литературы и патентов. Спроектирован автоматизированный бункер-дозатор для сыпучих и гранулированных материалов объемом 1,5 м³. Разработана программа управления и визуализация в CoDeSys. Спроектирована система управления с использованием современных элементов управления.

В дальнейшем предполагается усовершенствование системы автоматизированного управления катамараном на рыболовных хозяйствах.

Данная работа была представлена на XXV Межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов г. Волжского 2019.

Проект является победителем очного этапа ярмарки проектов «Project Next»

Прототип гелиокатамарана принимал участие во Втором очном отборочном туре V Всероссийского студенческого научно-технического фестиваля «ВУЗПРОМФЕСТ – 2018» 26-28 апреля 2017 года, г. Волгоград. Прошел в финал «ВУЗПРОМФЕСТ – 2018», который состоялся 7-9 декабря 2018, г. Москва.

Результаты представлены в приложении Б

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варламов, Е.П. Конструирование скоростных кордовых моделей судов/ Е.П. Варламов. – М.: ДОСААФ, 1973. — 50 с.
2. Курденков, К.Н. Рулевые устройства и регулировка на воде самоходных моделей кораблей/ К.Н. Курденков. – М.: ДОСААФ, 1955. — 50 с.
3. Руководство по расчету и проектированию железобетонных стальных и комбинированных бункеров/ – М.: Москва: Стройиздат 1983 г. - 200 с.
4. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов/ Ю.Д. Видинеев. – М.: Энергия, 1974. — 120 с.
5. Родионов Д. А., Суворина И. В., Макеев П. В., Князев Ю. В. Классификация и назначение дозаторов // Молодой ученый. — 2015. — №11. — С. 409-413.
6. BOAT/ Three 24 metre Silent 79 catamarans under construction // [Электронный ресурс]// – URL: [https:// www.boatinternational.com/yachts/news/ three-24-metre-silent-79-catamarans-under-construction--37807](https://www.boatinternational.com/yachts/news/three-24-metre-silent-79-catamarans-under-construction--37807) (дата обращения: 04.06.2019)
7. Планетология/Транспортные средства на солнечной энергии// [Электронный ресурс]// – URL: <https://planetologia.ru/novosti-nauki/3136-transportnye-sredstva-na-solnechnoj-jenergii-11-foto.html> (дата обращения: 04.06.2019)
8. Устройство для транспортировки производителей рыб (RU39 996U1): [Электронный ресурс]// Патенты. URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#docNumber=5&docId=bf3123150281813afb33d7db9bd2d9dc (дата обращения: 04.06.2019)
9. Судно с системой наблюдения (US 6000353): [Электронный ресурс]// Патенты. URL: <http://www.google.com.tr/patents/US6000353> (дата обращения 04.06.2019)

10. Понтон- катамаран для товарного рыбоводства (RU179 455U1): [Электронный ресурс]// Патенты. URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#docNumber=7&docId=b6e0059fb71d12a14addaa3d6c65fd30 (дата обращения: 04.06.2019)
11. Мобильная система акустического мониторинга рыбозаводных водоемов (RU129266U1): [Электронный ресурс]// Патенты. URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1549794622765 (дата обращения: 04.06.2019)
12. Родионов Д. А., Суворина И. В., Макеев П. В., Князев Ю. В. Классификация и назначение дозаторов // Молодой ученый. — 2015. — №11. — С. 409-413.
13. Курденков, К.Н. Рулевые устройства и регулировка на воде самоходных моделей кораблей/ К.Н. Курденков. – М.: ДОСААФ, 1955. — 50 с.
14. Программируемый логический контроллер АГАВА ПЛК-40 [Электронный ресурс]// Конструкторское бюро «АГАВА».URL: http://www.kbagava.ru/kontrollery/kontrollery_universalnogo_primeneniya/agava-plc-40 (дата обращения 4.06.2019)
15. Преобразователь интерфейсов беспроводной SCM-WF48 [Электронный ресурс]// Компания РусАвтоматизация.URL: <https://rusautomation.ru/promavtomatika/scm-wf48> (дата обращения 4.06.2019)
16. GPS-721-MRTU [Электронный ресурс]// Компания ICP DAS Co .URL: <https://icp-das.ru/catalog/gps-721-mrtu> (дата обращения 4.05.2019)
17. Датчик Холла WBI051F21 [Электронный ресурс]// Компания WEIBO. URL: <https://russian.alibaba.com/product-detail/Hall-Effect-DC-CurrentSensorHall62091322075.html?spm=a2700.7724838.2017115.19.67a3bf34xnM ODV &s= p> (дата обращения 4.06.2019)

18. Датчик напряжения DVV100 [Электронный ресурс]// Магазин:KING PIGEON Official Store .URL: <https://ru.aliexpress.com/item/DC-0-20mA-4-20mA-0-5-010DVV100/32877040116.html> (дата обращения 4.06.2019)
- 19.ОВЕН ДТС055Е-РТ100.0, 5.120.И.ЕХI-Т6 [Электронный ресурс]// Компания «ИнСАТ» .URL: https://www.owen.ru/product/dtshh5_termosoprotivleniya_s_vihodnim_signalom_420_ma/modifications (дата обращения 4.06.2019)
20. Цифровой датчик кислорода Охумах COS61D [Электронный ресурс]// Группа компаний Endress+Hauser.URL: <https://www.ru.endress.com/ru/Tailor-made-field-instrumentation/liquid-analysis-product-overview/memosens-datchik-kislorod-COS61D> (дата обращения 4.06.2019)
21. Q46N Анализатор растворенного аммиака [Электронный ресурс]// Компания «ЛабДепо».URL: <https://labdepot.ru/oborudovanie/analiz-vody/promyshlennyj-analiz-vody/analizatory-vody/q46n-analizator-rastvorennogo-ammiaka/> (дата обращения 4.06.2019)
22. Датчик pH АнаCONT LE [Электронный ресурс]// Компания РусАвтоматизация. URL: https://rusautomation.ru/datchiki_parametrov_zhidkosti/anacont-le (дата обращения 4.06.2019)
23. Емкостной бесконтактный датчик LJC18A3-H-Z/BX [Электронный ресурс]// Магазин:ELDOER Electric Manufacturer Store .URL: <https://ru.aliexpress.com/item/High-Quality-LJC18A3-H-Z-BX-Approach-Sensor-Cylindrical-Capacitive-Proximity-Switch-NPN-6-36V/32627840658.html> (дата обращения 4.06.2019)
24. Электро двигатель MY1016z для электровелосипеда [Электронный ресурс]// Магазин Motoneta.URL: <https://motoneta.ru/p363114952-elektro-dvigatel-my1016z.html> (дата обращения 4.06.2019)

25. Электродвигатель Mikado 950 SP-NRS-86X [Электронный ресурс]// Интернет магазин лодок Vodomotorika.ru. URL: https://vodomotorika.ru/products/elektromotor_mikado_950_sp-nrs-86x.html (дата обращения 4.06.2019)
26. Солнечная панель Exmark 150Вт 12В poly-Si [Электронный ресурс]// магазин «ЭЛЕКТРОМАГ». URL: http://www.kavelsib.ru/index.php?route=product/product&product_id=217 (дата обращения 4.06.2019)
27. Ручные промышленные джойстики серия TRY80 [Электронный ресурс]// ЭЛКОМПРИБОР электронные компоненты. URL: http://www.elcompribor.ru/a62l3_HandHeldJoysticks-6759 (дата обращения 4.06.2019)
28. Переключатель 3 позиции с ключом XB5AG33 [Электронный ресурс]// Компания «ЕВРОАВТОМАТИКА». URL: <https://euroavtomatika.ru/catalog/23286> (дата обращения 4.06.2019)
29. Аккумулятор Haze HZB12-80 [Электронный ресурс]// Компания МосИнвертор. URL: <http://www.mos-invertor.ru/haze-hzb-12-80.html> (дата обращения 4.06.2019)
30. Контроллер заряда JUTA DY2024DU [Электронный ресурс]// Компания «Технолайн». URL: https://e-solarpower.ru/solar/chg-ctrl/pwm-ctrl/kontroller-zaryada-juta-dy2024du/?gclid=Cj0KCQiA8f_eBRDcARIsAEKwRGdnql-LI2UPUeHS8K9ryn2js2uHy7duAUZr9pzX5pWeQi5l-sSQP14aAk bNEALw_wcB (дата обращения 4.06.2019)
31. Пульт управления напольный TP6 IP55 [Электронный ресурс]// Компания EKF. URL: <https://ekfgroup.com/catalog/products/pult-upravleniya-napolnyy-tp6-ip55-960kh600kh400> (дата обращения 4.06.2019)
32. Вентиляторы и решетки с фильтрами KIPPRIBOR серии KIPVENT [Электронный ресурс]// Компания ОВЕН. URL: <https://www.owen.ru/>

- product/ ventilyatori_i_reshetki_s_fil_trami_kippribor_serii_kipvent (дата обращения 4.06.2019)
33. КонтрАвт PSL низковольтные преобразователи DC/DC [Электронный ресурс]// Научно-производственная фирма «КонтрАвт». URL: <http://www.contravt.ru/?id=12278> (дата обращения 4.06.2019)
34. Зажим наборный ЗНИ 100мм2 [Электронный ресурс]// ИЕК GROUP. URL:https://www.iek.ru/products/catalog/shkafy_boksy_i_prinadlezhnosti_k_nim/prinadlezhnosti_i_aksessuary_dlya_shkafov/zazhimy_i_klemmye_bloki/klemmy_vintovye_prokhodnye/zazhim_nabornuyu_zni_10mm2_jxb70a_seryu_iek (дата обращения 4.06.2019)
35. Твердотельное реле SSR-75DA [Электронный ресурс]// Компания РусАвтоматизация. URL: <https://rusautomation.ru/promavtomatika/ssr-75da> (дата обращения 4.06.2019)
36. Лампа AD22DS [Электронный ресурс]// ООО «ЭлектроКомплект-Сервис». URL: <https://e-kc.ru/cena/armatura-svetosignalnaja-ad-22ds-24v-zel-iek-bls10-adds-024-k06> (дата обращения 4.06.2019)
37. Радиатор для твердотельных реле SSR [Электронный ресурс]// магазин электроники AVRobot.ru URL: http://www.avrobot.ru/product_info.php?products_id=4303 (дата обращения 4.06.2019)
38. Модули аналогового ввода с универсальными входами (с интерфейсом RS-485) MB110 [Электронный ресурс]// компания ОВЕН.URL:https://www.owen.ru/product/moduli_analogovogo_vvoda_s_universal_nimi_vhodami_s_interfejsom_rs_485 (дата обращения 4.06.2019)
39. Модули аналогового ввода с универсальными входами (с интерфейсом RS-485) MB110 [Электронный ресурс]// компания ОВЕН.URL:https://www.owen.ru/product/moduli_analogovogo_vvoda_s_universal_nimi_vhodami_s_interfejsom_rs_485 (дата обращения 4.06.2019)

40. Модули дискретного ввода/вывода (с интерфейсом RS-485) МК110 [Электронный ресурс]// компания ОВЕН.URL: [https:// www.owen.ru/product/moduli_diskretnogo_vvoda_vivoda_s_interfejsom_rs_485](https://www.owen.ru/product/moduli_diskretnogo_vvoda_vivoda_s_interfejsom_rs_485) (дата обращения 4.06.2019)
41. Модуль релейного вывода I-7066D [Электронный ресурс]// Компания ICP DAS Co., LTD.URL: <https://icp-das.ru/catalog/i-7066d> (дата обращения 4.06.2019)
42. Зажим наборный -35мм² [Электронный ресурс]// IEK GROUP. URL: https://www.iek.ru/products/catalog/shkafy_boksy_i_prinadlezhnosti_k_nim/prinadlezhnosti_i_aksessuary_dlya_shkafov/zazhimy_i_klemmnye_bloki/klemmy_vintovye_prokhodnye/zazhim_nabornyy_zni_35mm2_jxb125a_seryu_iek (дата обращения 4.06.2019)
43. АEnergy.ru/ Подводная лодка на энергии плавающей солнечной батареи // [Электронный ресурс]// – URL: <http://aenergy.ru/876> (дата обращения: 04.06.2019)
44. АEnergy.ru/ Новая эко-лодка от компании Garda Solar// [Электронный ресурс]// – URL: : http://aenergy.ru/tag/Garda_Solar (дата обращения: 04.06.2019)
45. LENTA.RU/ Двигатель прогресса// [Электронный ресурс]// – URL: <https://lenta.ru/articles/2012/05/10/autopilot/> (дата обращения: 04.06.2019)
46. NEWS.NTE4.COM/ Автономный дрон впервые переплыл Атлантику// [Электронный ресурс]// – URL: <https://news.nte4.com/30555-avtonomnyu-dron-vpervye-pereplyl-atlantiku/> (дата обращения: 04.06.2019)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№	Наименование этапов выполнения выпускной работы бакалавра	Срок выполнения этапов работы	Примечания
1.	Корректировка темы ВКР, заполнение бланка ТЗ на ВКР, подготовка Введения работы	Сентябрь, Октябрь 2018 г.	
2.	Проведение литературного обзора патентного поиска. Выбор и обоснование средств решения задач поставленных в бакалаврской работе (1 глава).	Октябрь, Ноябрь 2018 г.	
3.	Составление плана для Расчетной части ВКР, подготовка основного текста 2 главы.	Ноября, Декабрь 2018 г.	
4.	Написание 3-й главы ВКР.	Январь-Апрель 2019 г.	
5.	Написание заключения работы.	Апрель 2019 г.	
6.	Оформление пояснительной записки и графической части, подготовка презентации работы.	Май 2019 г.	
7.	Предзащита ВКР.	Май, Июнь 2019 г.	
8.	Защита выпускной квалификационной работы.	Июнь 2019 г.	

Исполнитель работы (проекта) _____
(подпись и дата подписания)

Новгородов К.И.
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы (проекта) _____
(подпись и дата подписания)

Савчиц А.В.
(фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результативность работы

Данная была представлена на XXV Межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов г. Волжского 2019.

Проект является победителем очного этапа ярмарки проектов «Project Next»

Прототип Гелиокатамарана принимал участие во Втором очном отборочном туре V Всероссийского студенческого научно-технического фестиваля «ВУЗПРОМФЕСТ – 2018» 26-28 апреля 2017 года, г. Волгоград. Прошел в финал «ВУЗПРОМФЕСТ – 2018», который состоялся 7-9 декабря 2018, г. Москва.

Дипломы и сертификаты участника представлены далее.

Исполнитель работы (проекта) _____ Новгородов К.И.
(подпись и дата подписания) (фамилия, имя, отчество)

Руководитель работы (проекта) _____ Савчиц А.В.
(подпись и дата подписания) (фамилия, имя, отчество)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

СПРАВКА

о результатах проверки
выпускной квалификационной работы на наличие заимствований

Новгородов Клим Иванович

Тема выпускной квалификационной работы:

**Разработка автоматизированной системы управления беспилотным
катамараном
для технологических операций в рыбоводных хозяйствах**

Руководитель: Савчиц Артем Вячеславович, доцент кафедры ВАЭ.

Информация о документе:

Имя исходного файла: 15.03.04_ВАЭ_О_ВКРБ_2019_Новгородов
_Клим_Иванович.docx

Тип документа: прочее (пояснительная записка к ВБР)

**Результаты проверка в системе «Антиплагиат» представлены на следу-
ющей странице.**

Уникальность текста: 82.37%

*подпись
студента*

*расшифровка под-
писи*

*подпись
ответственного
за проверку*

*расшифровка
подписи*

дата

дата