

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Робототехники и технических средств автоматики

Болтрушевич Владислав Дмитриевич

Разработка мобильной грузовой платформы для подводного дрона

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6B07113 – Робототехника и мехатроника

Алматы 2025 г

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА»



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»

Болтрушевич Владислав Дмитриевич

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

«Разработка мобильной грузовой платформы для подводного дрона»

Специальность 6B07113 – Робототехника и мехатроника

Алматы 2025 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

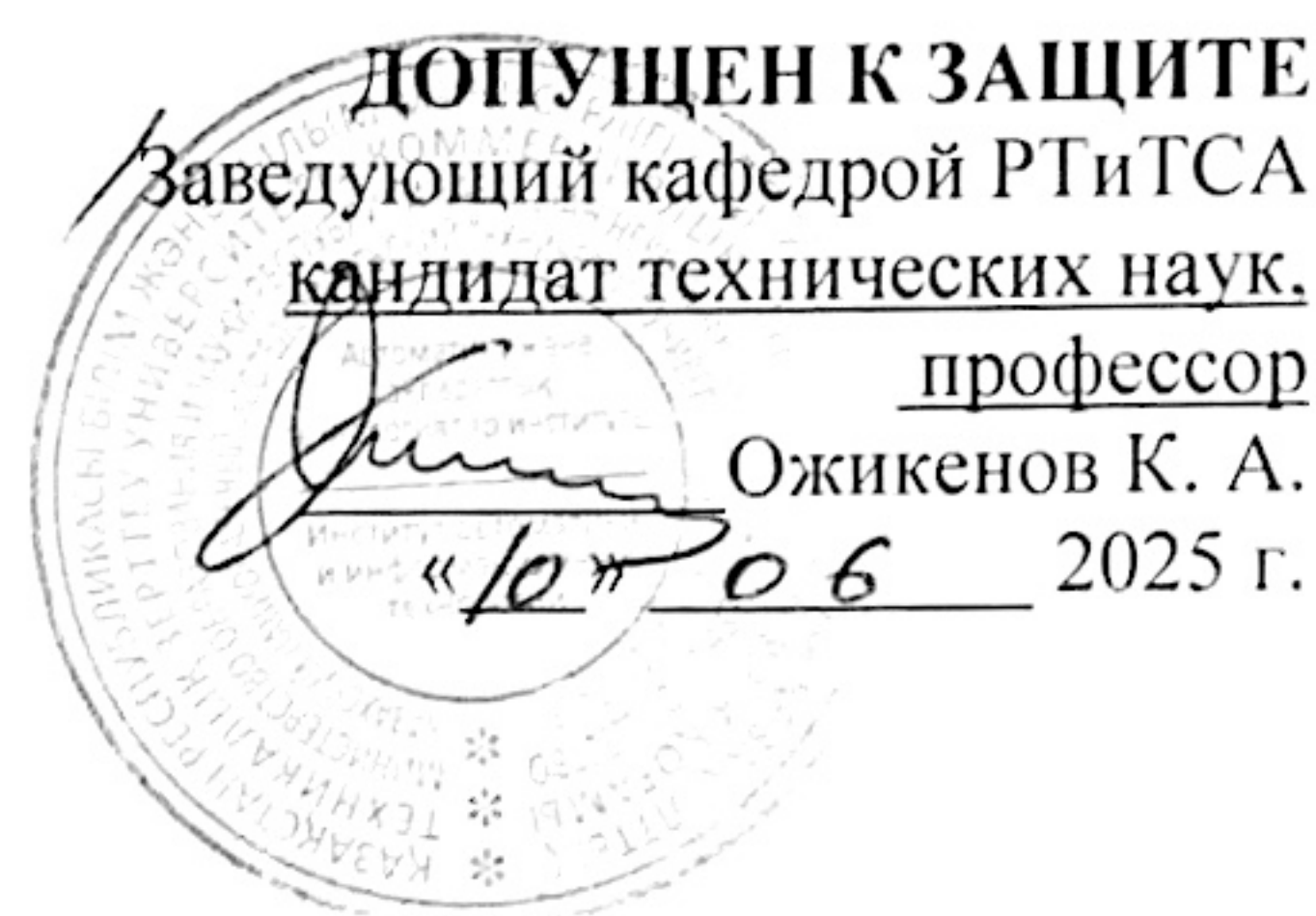
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА»



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Робототехники и технических средств автоматики



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

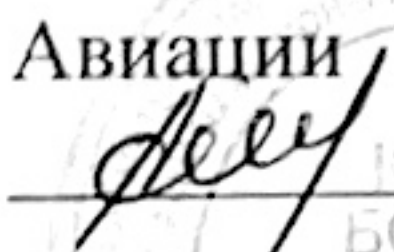
На тему: «Разработка мобильной грузовой платформы для подводного дрона»

6B07113 – Робототехника и мехатроника

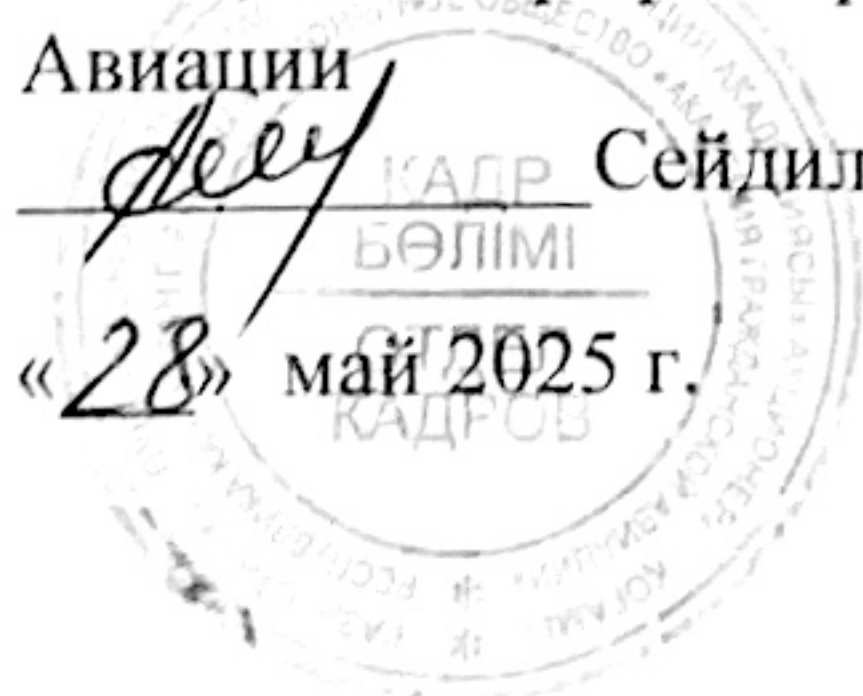
Выполнил

Рецензент

К.т.н., ассоц. профессор Академии гражданской
Авиации

 Сейдилдаева А.К.

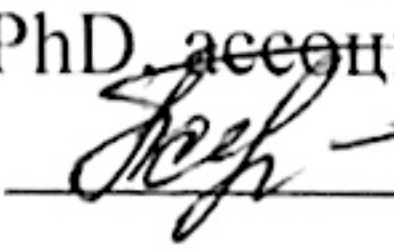
«28» май 2025 г.



Болтрушевич В.Д.

Научный руководитель

PhD, ассоциированный профессор

 Бердибаева Г.К.

«10» 06 2025 г.

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.И. САТПАЕВА»



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт Автоматики и информационных технологий

Кафедра Робототехники и технических средств автоматики

6B07113 – Робототехника и мехатроника



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой РТиТСА

кандидат технических наук,

профессор

Ожикенов К. А.

2025 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Болтрушевич Владиславу Дмитриевичу

1. Тема: Разработка мобильной грузовой платформы для подводного дрона

Утверждена приказом ректора _____ № _____ от «__» _____ 202_ г.

2. Срок сдачи законченной работы «10» 06 202_ г.

3. Исходные данные к дипломному проекту: (законы, литературные источники, лабораторно-производственные данные)

Теоретические материалы по использованию подводной техники

Лабораторные данные по влиянию различных внешних факторов подводной системы

4. Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- а) Действительна ли актуальность разработки?
- б) Какова конструкция и принцип действия в подводной среде?
- в) Какова хар-ка подводной платформы?

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Рисунки: 18

Таблицы: 3

представлены слайдов презентации работы

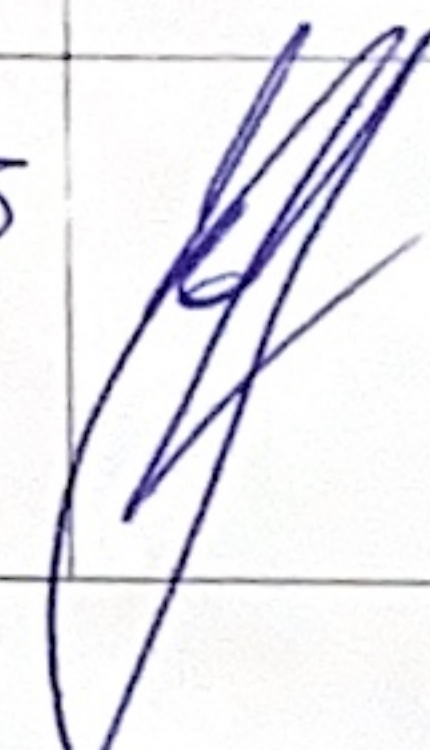
Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований 10

ГРАФИК
подготовка дипломного проекта

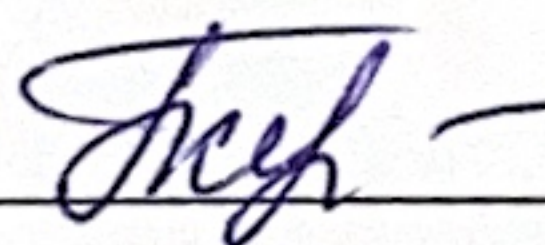
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Исследовательская часть	10.03.25	Выполнено
Анализ рынка зарубежных комп.	12.04.25	Выполнено
Практическая часть	25.04.25	Выполнено
Электронные компоненты	14.05.25	Выполнено
Расчеты / 3D-модель	1.06.25	Выполнено
Заключение	6.06.25	Выполнено

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с
указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименования разделов	Консультанты И.О.Ф. (уч.степень.звание)	Дата подписания	Подпись
Программное обеспечение	Таластаев Амхад	10.06.2025	
Нормоконтролер	Каньменов Е.Т.	10.06.2025	

Научный руководитель _____



Задание принял к исполнению обучающийся _____



Байбрушев В.Д.

Дата « 8 » 06 2025 г

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена разработке мобильной грузовой платформы для подводного дрона. Объектом исследования является самоходная транспортная система, предназначенная для транспортировки полезной нагрузки в подводной среде с использованием беспилотного аппарата.

Цель работы — создание технически обоснованной конструкции — самоходного аппарата, способной эффективно взаимодействовать с подводным дроном, обеспечивая его дополнительными логистическими возможностями при сохранении устойчивости, маневренности и надёжности на глубине.

В рамках проекта рассматриваются вопросы проектирования грузовой платформы, выбора материалов, расчёта конструкции и интеграции с управляющими и навигационными системами. Особое внимание уделено адаптивности платформы к различным условиям эксплуатации, а также устойчивости к воздействию внешней среды.

Отличительной чертой данной работы является постановка задачи по разработке универсальной мобильной платформы, способной расширить функциональность подводных дронов в таких отраслях, как научные исследования, неразрушающий контроль, экологическая оценка и техническое обслуживание. Работа включает обоснование конструктивных решений, а также рекомендации по использованию платформы самоходного мобильного аппарата и апробация в реальных условиях.

ABSTRACT

The thesis is devoted to the development of a mobile cargo platform for an underwater drone. The object of the study is a self-propelled transport system designed to transport payloads in an underwater environment using an unmanned vehicle.

The aim of the work is to create a technically sound design — a self-propelled vehicle capable of effectively interacting with an underwater drone, providing it with additional logistical capabilities while maintaining stability, maneuverability and reliability at depth.

The project addresses issues of cargo platform design, material selection, design calculation, and integration with control and navigation systems. Special attention is paid to the adaptability of the platform to various operating conditions, as well as resistance to environmental influences.

A distinctive feature of this work is the task of developing a universal mobile platform capable of extending the functionality of underwater drones in industries such as scientific research, non-destructive testing, environmental assessment and maintenance. The work includes a justification of constructive solutions, as well as recommendations for using the platform of a self-propelled mobile device and testing in real conditions.

АНДАПТА

Дипломдық жұмыс су астындағы дрон үшін мобильді жүк платформасын әзірлеуге арналған. Зерттеу объектісі пилотсыз аппаратты қолдана отырып, су астындағы ортада пайдалы жүктемені тасымалдауға арналған өздігінен жүретін көлік жүйесі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты – тереңдікте тұрақтылықты, маневрлікті және сенімділікті сақтай отырып, оны қосымша логистикалық мүмкіндіктермен қамтамасыз ете отырып, су астындағы дронмен тиімді өзара әрекеттесуге қабілетті өздігінен жүретін аппараттың техникалық негізделген дизайнын жасау.

Жоба жүк платформасын жобалау, материалдарды таңдау, құрылымды есептеу және басқару және навигациялық жүйелермен интеграциялау мәселелерін қарастырады. Платформаның әртүрлі жұмыс жағдайларына бейімделуіне, сондай-ақ сыртқы ортаның әсеріне төзімділігіне ерекше назар аударылады.

Бұл жұмыстың айрықша ерекшелігі-ғылыми зерттеулер, бұзбайтын бақылау, экологиялық бағалау және техникалық қызмет көрсету сияқты салаларда су астындағы дрондардың функционалдығын кеңейтуге қабілетті әмбебап мобильді платформаны әзірлеу

міндетін қою. Жұмыс конструктивті шешімдерді негіздеуді, сондай-ақ өздігінен жүретін Мобильді аппарат платформасын пайдалану бойынша ұсыныстарды және нақты жағдайларда сынақтан өткізуді қамтиды.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Исследовательская часть	10
1.1 Анализ аналогов и прототипов	10
1.2 Анализ рынка зарубежных компаний	12
1.3 Обоснование собственной разработки	16
1.4 Конструкция и принцип действия платформы	17
2 Практическая часть	17
2.1 Характеристика мобильной подводной платформы	17
2.2 Электронные компоненты	18
2.3 Программирование ESC	22
2.4 Настройка Raspberry PI сервер	23
2.5 Настройка гироскопа	24
2.6 Установка светодиодов	25
2.7 Сборка и тестирование конструкций	26
2.8 3D-модель	28
3 Расчеты	30
Заключение	34
СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ	35

ВВЕДЕНИЕ

Современные подводные беспилотные аппараты, или подводные дроны, нашли широкое применение в различных областях, таких как экологический мониторинг, научные исследования, добыча нефти и газа, а также военно-морская промышленность. Эти устройства позволяют выполнять сложные задачи в экстремальных условиях подводной среды, включая обследование морского дна, очистку трубопроводов и подводных объектов, а также сбор экологических данных. Однако, несмотря на широкие возможности, существующие подводные дроны ограничены в плане транспортировки и доставки различных материалов и инструментов в удалённые и труднодоступные места.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью повышения функциональности подводных дронов путем разработки мобильной грузовой платформы, которая могла бы использоваться для транспортировки грузов в подводной среде. Разработка такой платформы расширит возможности подводных аппаратов, повысит их эффективность и сократит затраты на выполнение различных операций в море и океане.

Целью работы является проектирование и разработка мобильной грузовой платформы, которая будет интегрироваться с подводным дроном для решения задач по транспортировке полезных грузов и обеспечению дополнительной мобильности. В рамках работы поставлены следующие задачи:

1. Исследование существующих решений и аналогичных устройств;
2. Обоснование конструкции платформы с учётом характеристик подводных дронов;
3. Разработка расчётов по прочности и устойчивости конструкции платформы;
4. Выбор материалов, способных выдерживать условия подводной эксплуатации;
5. Интеграция платформы с системой управления подводного дрона.

Научная новизна работы заключается в предложении нового конструктивного решения, которое сочетает в себе возможности мобильности и грузоподъёмности для подводных дронов. Платформа будет представлять собой универсальное устройство, которое можно адаптировать под различные типы подводных аппаратов и задачи.

Теоретической основой исследования являются работы в области подводной робототехники, гидродинамики, конструктивного проектирования и систем управления подводными устройствами. Методологическая основа работы включает комплексный подход, охватывающий анализ, моделирование и расчёты, а также разработку прототипа платформы с использованием современных инженерных программных средств.

Практическая база написания работы включает как теоретический анализ, так и экспериментальные исследования, направленные на создание и испытания прототипа мобильной платформы. Обоснование необходимости выполнения

работы связано с растущим спросом на подводные автономные системы, а также с необходимостью расширения их функционала для повышения эффективности выполнения различных задач.

Существующие бренды на рынке подводных самоходных роботов: Bluefin Robotics (США), Teledyne Gavia (США/Исландия), Kongsberg Maritime (Норвегия), ECA Group (Франция), Nauticus Robotics (США), Seaber (Франция), ЦКБ МТ "Рубин"(Россия)

1 Исследовательская часть

1.1 Анализ аналогов и прототипов

Для разработки мобильной грузовой платформы для подводного дрона был проведён анализ существующих аналогичных решений, включая как коммерчески доступные платформы, так и научно – исследовательские проекты. В ходе анализа были изучены различные конструктивные особенности и принципы работы платформ, которые уже используются в подводной робототехнике.

Подводный аппарат «Трионикс-6М»



Рисунок 1.1 – Подводный аппарат «Трионикс-6М»

В стандартной комплектации он способен работать на глубине до 100 м. Также существует разработка с рабочей возможностью до 300 м. Дрон включает в себя видеокамеру высокого разрешения, высокоточный компас, датчики пространственной ориентации и глубины, два прожектора.

Управления дроном осуществляется с помощью беспроводного джойстика, который можно подключить к компьютеру, планшету или смартфону. Для передачи видеоизображения, включения различных режимов движения и передачи данных с датчиков имеется приложение, работающее на различных платформах: Windows, Linux, MacOS, Android или же iOS. «Трионикс-6М» позволяет установить дополнительную полезную нагрузку, такую как

схват, манипулятор, пробоотборник, подвесную видеокамеру, различное гидроакустическое оборудование.



Рисунок 1.2 – Подводный аппарат «Трионикс-6М» в подводной среде

Прототип подводного аппарата



Рисунок 1.3 – Прототип подводного аппарата
Прототип подводного дрона на базе Raspberry Pi

Разработан и собран прототип подводного дрона, построенного на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi, с возможностью управления с Android-устройства. Проект ориентирован как на начинающих энтузиастов, так и на опытных инженеров, поскольку содержит как базовые элементы управления (электродвигателями, светодиодами, камерой, гироскопом), так и оригинальные технические решения, применённые при реализации.

Инициатива по созданию проекта возникла в результате анализа актуальных решений в сфере подводной робототехники. Несмотря на широкий выбор наземных и воздушных беспилотных платформ, сегмент доступных и эффективных подводных решений оказался менее насыщенным.

Существующие коммерческие образцы зачастую находятся на этапе создания прототипа либо отличаются высокой стоимостью.

В результате была реализована рабочая модель, способная функционировать на глубине до нескольких метров. Устройство включает в себя камеру, систему стабилизации с гироскопом, контроллеры двигателей, светодиоды и модуль беспроводной связи. Управление дроном осуществляется посредством Android-смартфона через специализированное приложение.

Несмотря на экспериментальный характер, все функциональные узлы прототипа работают корректно, что подтверждает жизнеспособность технической концепции. Полученный опыт и выявленные конструктивные особенности могут быть полезны при разработке аналогичных устройств.

Существующие решения в большинстве своём ориентированы на специализированные задачи, такие как экологический мониторинг, техническое обслуживание подводных объектов и исследовательская деятельность. Однако, многие из них имеют ограничения по грузоподъёмности, маневренности и устойчивости в сложных гидродинамических условиях.

1.2 Анализ рынка зарубежных компаний

Также в настоящее время на рынке отсутствует широко распространённое оборудование, специально предназначенное для транспортировки и обслуживания подводных дронов в рамках компактной мобильной платформы. Однако существует ряд перспективных проектов, реализованных ведущими военными и исследовательскими организациями, которые демонстрируют актуальность и востребованность подобных решений.

1. Subsurface Autonomous Navigator Delivery (SAND, США)

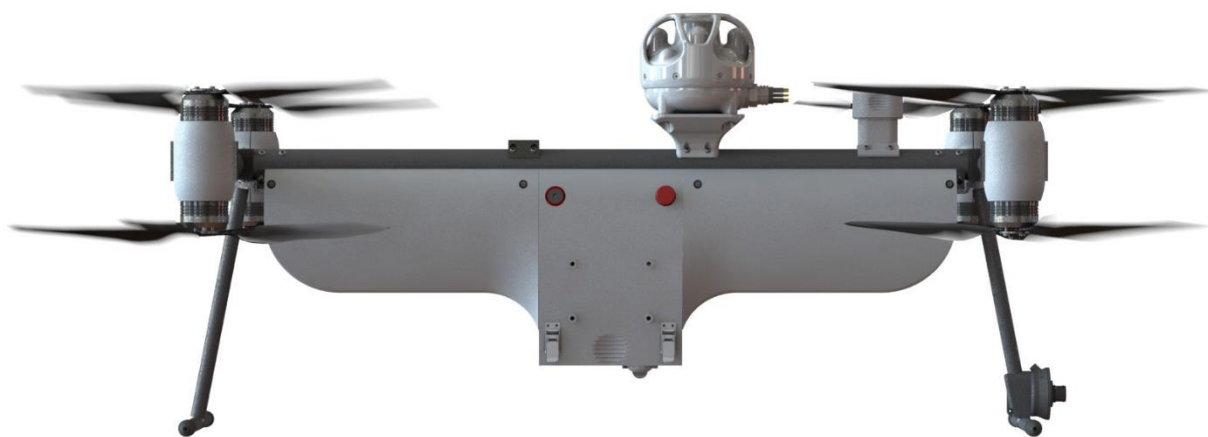


Рисунок 1.3 – Subsurface Autonomous Naviator Delivery

Проект направлен на создание автономной подводной платформы для запуска и возврата дронов типа Naviator. Особенностью является возможность полностью автоматического взаимодействия между платформой и дроном без участия оператора. Это решение фокусируется на расширении тактических возможностей при разведке и наблюдении.

2. Manta Ray (DARPA, США)

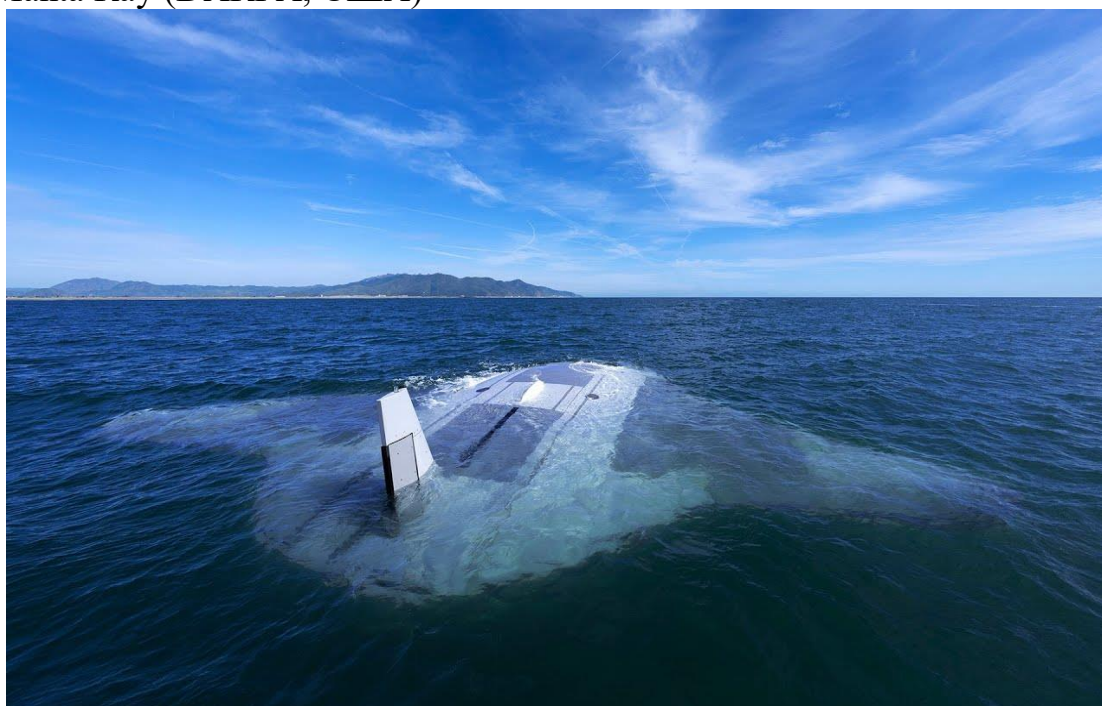


Рисунок 1.4 – Manta Ray

DARPA разрабатывает автономный подводный дрон с возможностью длительного пребывания на морском дне. Модульная конструкция и возможность скрытого хранения позволяют транспортировать устройство и запускать его без традиционной инфраструктуры. Принципы автономного

функционирования и универсальности Manta Ray близки к целям нашей платформы.

3. CETUS (Великобритания)



Рисунок 1.5 – CETUS



Рисунок 1.5.1 – CETUS

Подводный беспилотный аппарат большого размера, разрабатываемый Королевским флотом Великобритании, способен выполнять функции доставки и сопровождения других дронов. Благодаря модульной компоновке и универсальности он может быть транспортной платформой, хотя и не специализированной.

1.3 Обоснование собственной разработки

Несмотря на высокую технологическую продвинутость указанных систем, все они:

- либо ориентированы на военные цели и имеют ограниченный доступ,
- либо обладают чрезмерными габаритами и сложной структурой,
- либо рассчитаны на глубоководные автономные миссии.

Разработка собственной мобильной платформы направлена на решение прикладной задачи – создание компактного и доступного решения для транспортировки и интеграции подводного дрона, способного выполнять полезную нагрузку до 150 кг при массе самой платформы не более 20 кг. Простота конструкции, возможность адаптации под различные сценарии, модульность и низкая себестоимость делают проект актуальным как для научных учреждений, так и для коммерческого применения (экологический мониторинг, спасательные работы, техническое обслуживание).

Таким образом, предлагаемый образец занимает свободную нишу между крупными стратегическими платформами и слабофункциональными промышленными тележками, объединяя лучшие качества обоих подходов.

Проектирование мобильной платформы основывается на нескольких ключевых принципах:

- Универсальность – платформа должна быть адаптируемой под различные типы подводных дронов с возможностью изменения конфигурации в зависимости от задачи.
- Гидродинамическая эффективность – для обеспечения маневренности и минимизации сопротивления воды была разработана обтекаемая форма платформы, что позволяет снизить энергозатраты и увеличить автономность аппарата.
- Механическая прочность – конструкция платформы должна быть способна выдерживать значительные гидростатические и гидродинамические нагрузки, возникающие при эксплуатации на больших глубинах.

1.4 Конструкция и принцип действия платформы

Платформа представляет собой модульное устройство, состоящее из следующих основных элементов:

- Основной корпус, выполненный из лёгких, но прочных материалов (например, композитных материалов), обеспечивающих необходимую прочность и стойкость к коррозии.
- Грузовой отсек, который может быть адаптирован под различные виды полезной нагрузки, включая датчики, инструменты и другие устройства.
- Система сцепки с подводным дроном, обеспечивающая надёжную фиксацию платформы на аппарате и позволяющая эффективно управлять её движением.

- Управляющая электроника, интегрированная с системой дрона для автоматического контроля за перемещением платформы и управления ею через единое интерфейсное устройство.

Для того чтобы доставить подводную платформу в нужное место на акватории, можно использовать два способа:

- Буксировка с помощью лодки — платформа крепится к катеру или резиновой лодке и аккуратно тянется до точки начала работ. Такой метод часто применяется при гидрографических исследованиях и показал свою надёжность.
- Перемещение по натянутой верёвке — если платформа работает на небольших глубинах, её можно двигать вдоль заранее натянутого троса или каната, например от одного берега к другому. Этот способ позволяет точно задать маршрут движения.

Такая транспортировка удобна тем, что позволяет не устанавливать на платформу сложную двигательную систему для дальнего передвижения, а использовать её энергию и механику только в зоне обследования. Это делает конструкцию проще, легче и экономичнее.

2 Практическая часть

2.1 Характеристика мобильной подводной платформы

Разрабатываемая подводная передвижная платформа представляет собой компактное транспортное устройство, предназначенное для перемещения грузов по дну водоёмов.

Основные параметры платформы: грузоподъёмность – до 150 кг, собственный вес – около 20 кг. На данном этапе разработки платформа имеет следующие габариты: 73 см в длину, 71 см в ширину и 13 см в высоту. Конструкция специально спроектирована для устойчивого движения по плоской поверхности под водой.

Платформа оснащена шестью колёсами, обеспечивающими манёвренность и устойчивость на грунте. Движение осуществляется за счёт двух электродвигателей, установленных в герметичных корпусах. Управление возможно в автоматическом режиме или дистанционно через кабельную связь. Корпус платформы выполнен из прочных, коррозионностойких материалов, рассчитанных на эксплуатацию в пресной и морской воде.

Для обеспечения плавучести и устойчивости центр тяжести конструкции расположен как можно ниже. На платформе предусмотрены крепления для установки полезной нагрузки, такой как научное оборудование, контейнеры с образцами или техническое снаряжение.

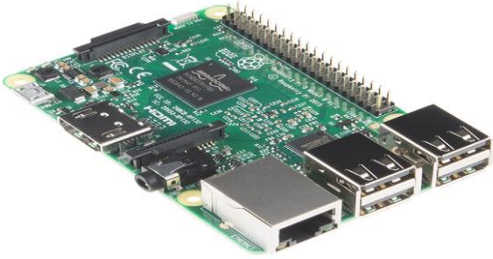
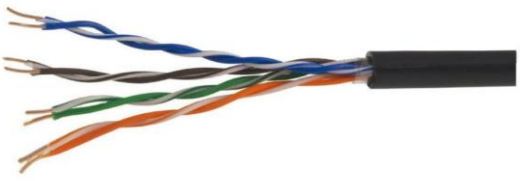
Платформа предназначена для использования в инженерных, исследовательских и обслуживающих задачах – например, доставки оборудования в труднодоступные участки дна или работы на ограниченной глубине в прибрежной зоне.

2.2 Электронные компоненты

Реализация практической части включает несколько ключевых этапов:

проектирование, сборка, программирование и тестирование. Каждый из этих этапов требует тщательного планирования и выполнения для успешного завершения проекта.

Таблица 2.1 – Электронные компоненты

1	Контроллер Raspberry PI 3B	
2	Кабель витая пара UTP CAT5e	
3	Мини-роутер NEXX	
4	Электродвигатель N2830/2212 1000KV	

5	Плата управления Afro ESC (30A)	
6	Afro ESC USB Программатор	
7	Светодиод CREE XHP50	
8	Импульсный драйвер для светодиодов 7-30В 3А	
9	Гироскоп MPU-6050	

10	Камера RPi Camera F	
11	Джойстик iPega PG-9055	
12	Аккумулятор Karhu Asia 44B19R 42Ач 350А	
13	Регулятор скорости вращения двигателя постоянного тока 10-60 В 16 А 25 кГц с реверсом	

1. В качестве основного контроллера была выбрана плата Raspberry Pi 3B. Arduino-подобные решения сразу отпали, так как они не справляются с такой сложной задачей: необходимо одновременно управлять как минимум четырьмя двигателями, работать с гироскопом, диодами, принимать команды от устройств управления и передавать видеопоток с камеры. Raspberry Pi 3B оснащена встроенным Wi-Fi и Ethernet-портом (RJ-45), что делает возможным выполнение всех этих задач одновременно. Благодаря мощности процессора и доступным интерфейсам, «малинка» идеально подходит для этой платформы.

2. С передачей данных под водой всё обстоит непросто. Вода отлично экранирует сигналы, так что о беспроводной связи можно сразу забыть. Ориентировались на следующие задачи: Связь работает под водой. Скорость передачи – приемлемая.
3. Было решено использовать готовый мини-роутер, соединённый с Raspberry Pi через витую пару. Этот вариант стал основой, потому что он оказался самым надёжным, быстрым и доступным по цене. Практика показала, что выбор был правильный – всё работает стабильно, передача данных быстрая, а настроек минимум.
4. Контроллер оказался достаточно мощным: у него предусмотрена вторая ось, что позволяет подключить два колеса одновременно. Это открывает больше возможностей для управления движением и распределения тяги – особенно полезно для подводной платформы, где манёвренность критична.
5. Контроллер можно запрограммировать на переключение между режимами движения вперёд и назад. А максимального тока в 30 ампер вполне достаточно для используемых в испытаниях моторов.
6. С помощью этого девайса можно залить нужную прошивку.
7. Эта модель способна выдавать настолько мощный световой поток, что легко осветить всё вокруг.
8. Модуль без проблем управляет двумя вышеуказанными светодиодами, а главное – легко подключается к Raspberry Pi и позволяет плавно регулировать их яркость.
9. Трехосевой гироскоп/акселерометр, который будет отправлять данные на Raspberry о местоположении в пространстве.
10. Нативная камера Raspberry PI.
11. Помощник управления, можно включить управление данным девайсом.
12. Аккумулятор Karhu Asia 44B19R 42Ач 350А, даёт достаточно энергии для всех систем платформы. Его хватает на моторы, свет и электронику. Он компактный, легко встраивается в корпус и без проблем запускает даже мощные нагрузки.
13. Для управления двигателем использовали контроллер скорости на 10–60 В, 16 А, с частотой 25 кГц и функцией реверса. Он позволяет точно настраивать скорость вращения и легко переключать направление движения. Устройство компактное, надёжное и отлично справляется с задачами на платформе. Подходит для питания от нашего аккумулятора и не требует сложной настройки.

Таблица 2.2 – Затраты на закупку компонентов

№	Название	Количество	Цена
1	Raspberry PI 3B	1	70000 тг
2	Кабель витая пара UTP CAT5e	1	90 тг/м
3	Мини-роутер NEXX	1	13750 тг

4	Электродвигатель N2830/2212 1000KV	3	24800 тг (уп. из 4 шт.)
5	Плата управления Afro ESC (30A)	1	4000 тг
6	Afro ESC USB Программатор	1	4500 тг
7	Светодиод CREE XHP50	2	11000 тг (2 шт.)
8	Импульсный драйвер для светодиодов 7-30В 3А	1	4400 тг
9	Гироскоп MPU-6050	1	1200 тг
10	Камера RPi Camera F	1	4900 тг
11	Джойстик iPega PG-9055	1	16000 тг
12	Аккумулятор Karhu Asia 44B19R 42Ач 350А	1	15000 тг
13	Регулятор скорости вращения двигателя постоянного тока 10-60 В 16 А 25 кГц	1	3550 тг

2.3 Программирование ESC

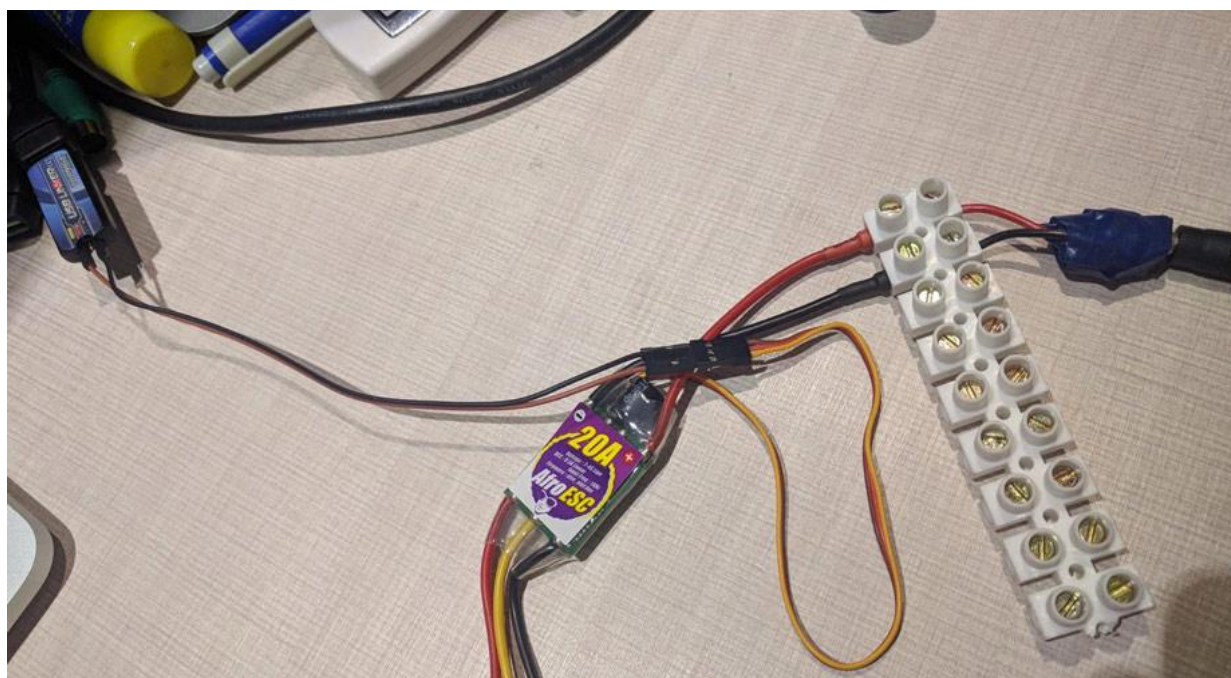


Рисунок 2.1 - Подключение проводов

Подключаем тонкие провода к Linker: чёрный - к минусу, жёлтый - к сигнальному контакту. Красный тонкий провод не используем и не подключаем. Затем подаём питание на плату через основные входы - чёрный и красный.

Открываем программу прошивки и выбираем:

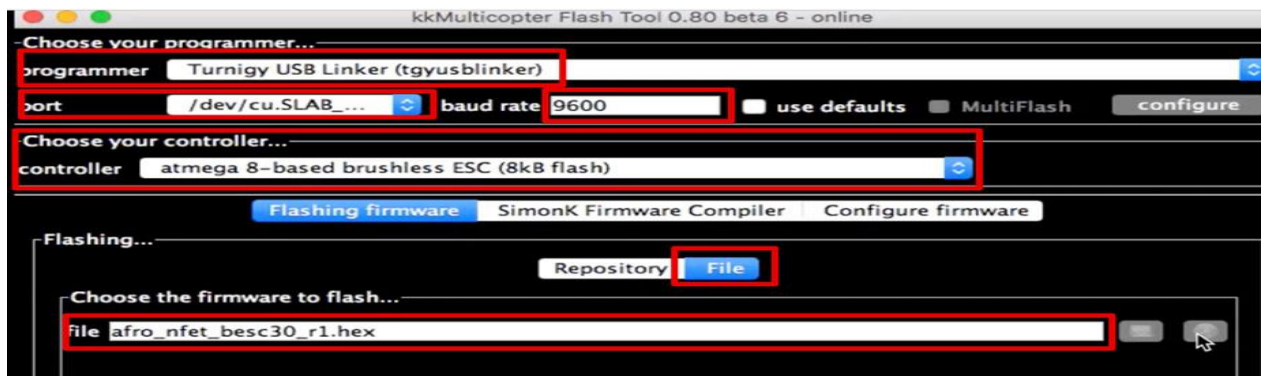


Рисунок 2.2 - Характеристики прошивки

Программатор: используется Turnigy USB Linker или Afro USB Linker - в зависимости от того, какой есть под рукой.

Порт: выбираем тот USB, в который подключили устройство - там выбор обычно очевиден.

Скорость передачи (Baud rate): 9600.

Контроллер: ESC на базе Atmega8 с 8 кБ flash-памяти.

Выбираем уже скачанный файл прошивки. Жмем кнопку «Run»

2.4 Настройка Raspberry PI сервера

1. Скачиваем последнюю версию системы с официального сайта.
2. Устанавливаем программу Etcher.
3. Вставляем чистую microSD-карту в картридер (где взять — решайте сами).
4. Открываем Etcher, выбираем загруженный образ Raspbian (в формате zip или img).
5. Нажимаем кнопку Flash!
6. Ждём, пока завершится запись, затем извлекаем карту памяти.
7. Вставляем microSD в Raspberry Pi.
8. Создаём папку для проекта командой `mkdir ~/drone`, затем переходим в неё с помощью `cd ~/drone`.
9. Инициализируем проект командой `npm init` — при этом установщик попросит ввести название и главный файл, указываем `app.js`.
10. После этого устанавливаем Express: `npm install express`.
11. Затем создаём файл `app.js` командой `touch app.js`.
12. Далее добавляем код в `app.js` и сохраняем файл:

Наш код:

```
const SERVO_ZERO = 1500; // режим бездействия
const Gpio = require('pigpio').Gpio; //внедряем скачанную библиотеку
const servo1 = new Gpio(22, {mode: Gpio.OUTPUT}); //распинуем приводы
const servo2 = new Gpio(10, {mode: Gpio.OUTPUT});
const servo3 = new Gpio(9, {mode: Gpio.OUTPUT});
servo1.servoWrite(SERVO_ZERO); //распределяем платам режим бездействия
servo2.servoWrite(SERVO_ZERO);
servo3.servoWrite(SERVO_ZERO);
module.exports.engines = { //Записываем в ESC значение по вызову метода
```

```

leftEsc: (value) => {
  servo1.servoWrite(value);},
rightEsc: (value) => {
  servo2.servoWrite(value);},
topLeftEsc: (value) => {
  servo3.servoWrite(value);}
}

```

Чтобы использовать этот код, надо прописать в app.js:

```

const engines = require('./engines.js'). engines;
engines.leftEsc(*VALUE[1100;1900]*);

```

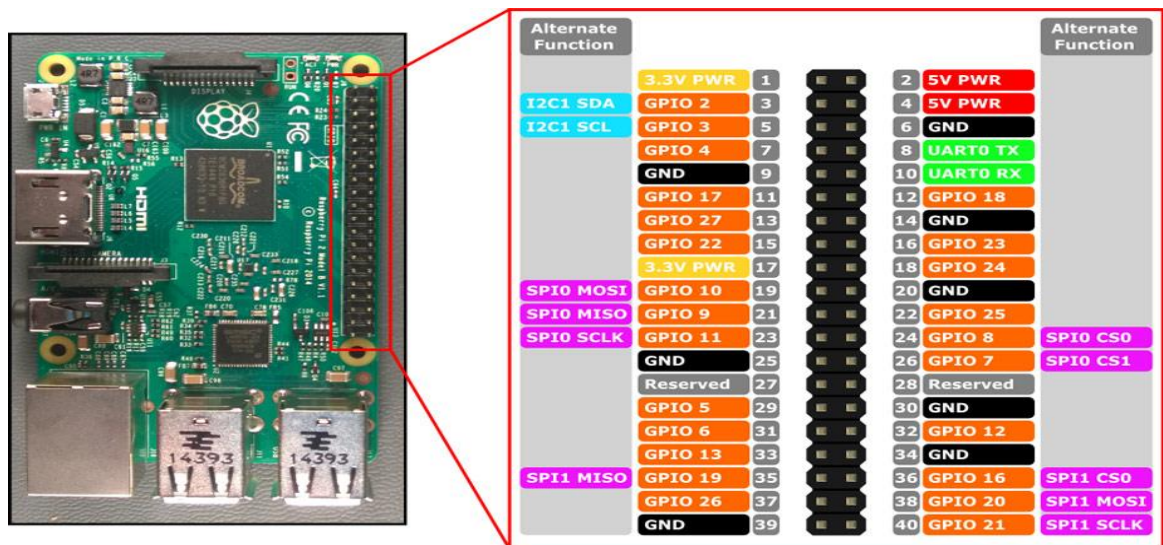


Рисунок 2.3 - Распиновка контроллера

2.5 Настройка гироскопа

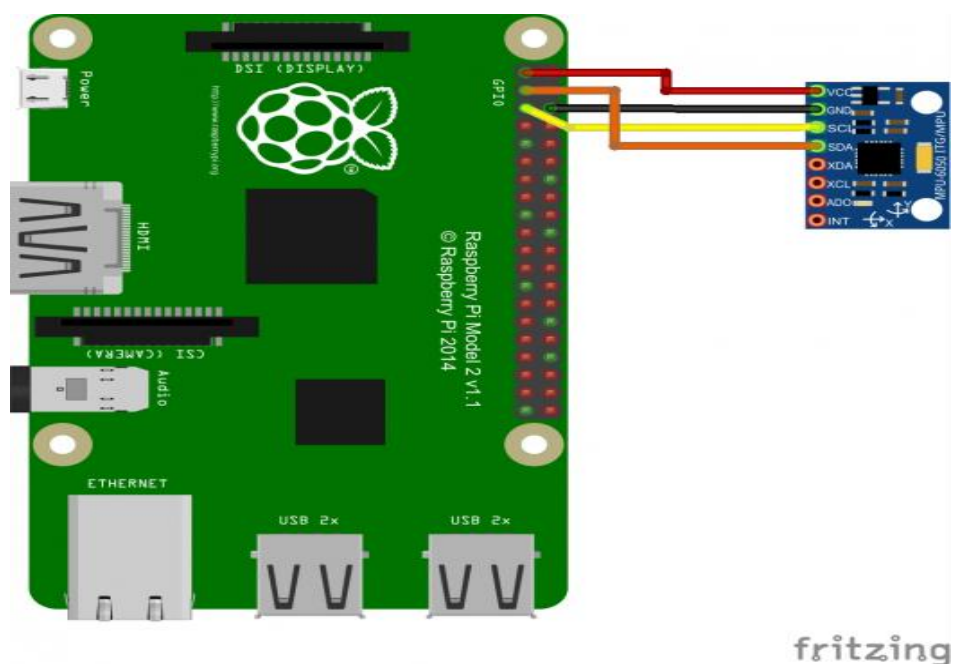


Рисунок 2.4 – Схема подключения гироскопа

Подключаем:

VCC к пину 1 (3.3V PWR)

GND к любому минусу

SCL к пину 5 (GPIO 3)

SDA к пину 3 (GPIO 2)

В программном подключении используем готовые библиотеки: `i2c-bus` и `i2c-mpu6050`.

Внедряем в проект:

```
npm install i2c-bus
```

```
npm install i2c-mpu6050
```

Создаем файл `gyroscope.js` и добавляем:

```
const i2c = require('i2c-bus');
const MPU6050 = require('i2c-mpu6050');
const address = 0x68;
const i2c1 = i2c.openSync(1);
const sensor = new MPU6050(i2c1, address);
var reading = false;
var sensorData = {};
module.exports.gyroscope = {
  getData : () => {
    return JSON.stringify(sensorData);
  },
  readRotation : () => {
    sensor.readRotation(function (err, rot) {
      if (err) {
        console.log(e);
        return;
      }
      console.log(rot);
    });
  },
  readSensor : () => {
    if (!reading) {
      reading = true;
    }
    sensor.read(function (err, data) {
      reading = false;
      if (err) {
        console.log(err);
      }
      else {sensorData = data;}
    });
  }
}
```

2.6 Установка светодиодов

Крепим светодиоды к радиатору, затем припаиваем минус одного к плюсу другого (ориентируемся по маркировке). После этого подключаем общий минусовой и плюсовой провода.

Питание подаём 12 В – плюс и минус. Выходы на светодиод подключаем к ранее припаянным проводам: L- – к минусу, L+ – к плюсу. Аналоговый вход (A) оставляем не подключённым. Цифровой вход (D) и земля (G). Подключаем D к GPIO 11 на Raspberry Pi, а землю – к любому свободному GND.

Теперь на Raspberry создаём файл light.js и добавляем туда следующий код:

```
const Gpio = require('pigpio').Gpio; //направляем нашу библиотеку
const light = new Gpio(11, {mode: Gpio.OUTPUT}); //Для пина создаем gpio
const LIGHT_MIN = 0; //Выставляем значение светодиодов
const LIGHT_MAX = 255;
//Нужно будет для вычислений
const LIGHT_DIAPASONE = LIGHT_MAX - LIGHT_MIN;
light.pwmWrite(LIGHT_MIN); //Светодиод первоначально выключен
module.exports.light = { //внедряем инструкцию света
  on: () => {
    light.pwmWrite(LIGHT_MAX); //задаем максимальное значение
  },
  off: () => {
    light.pwmWrite(LIGHT_MIN); //задаем минимальное значение
  },
  set: (val) => { // передаем значение в проценты
    if(val < 0 || val > 100) return;
    val = Math.round(LIGHT_MIN + LIGHT_DIAPASONE / 100 * val); //
    //итог из процента
    console.log("Light:"+val); //отправляем значения на драйвер
    light.pwmWrite(val);
  }
}
```

2.7 Сборка и тестирование конструкций

Сделали некую железную платформу, на которую можно было крепить двигатели в разных позициях, и собрали все это вот в такой вариант:

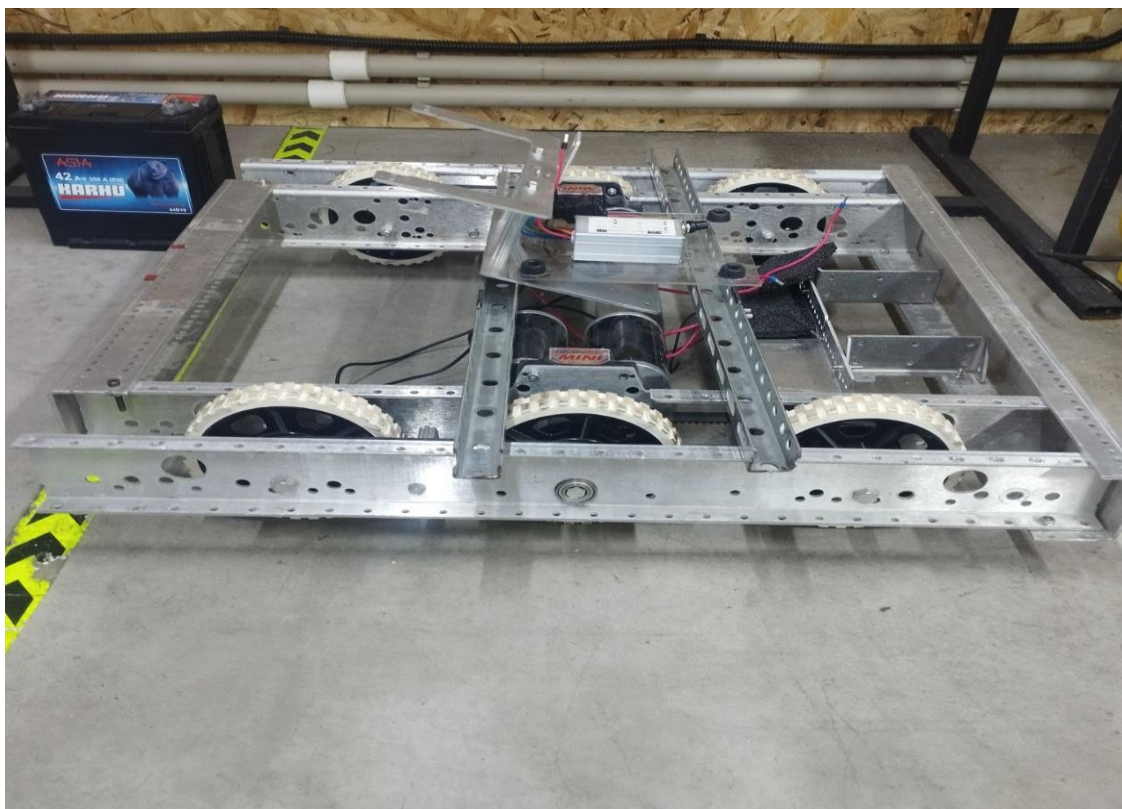


Рисунок 2.5 – Каркас платформы (Вид сбоку)

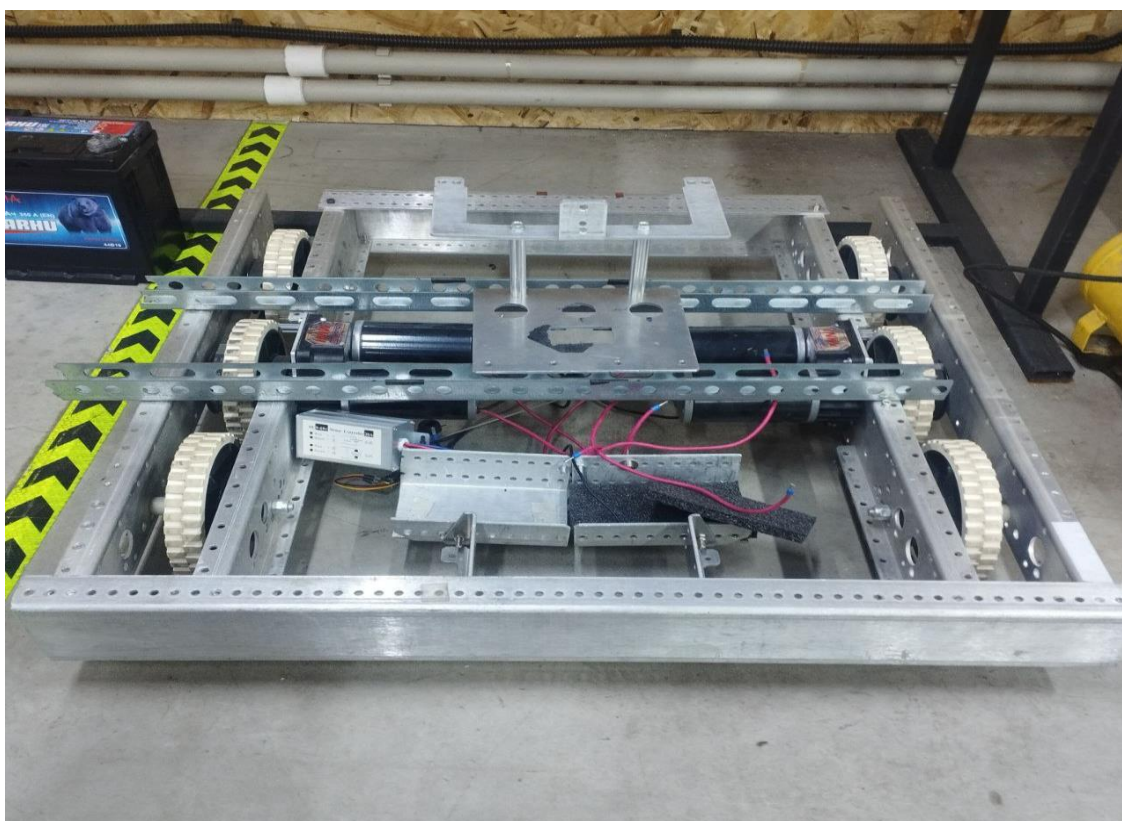


Рисунок 2.6 – Каркас платформы (вид спереди)

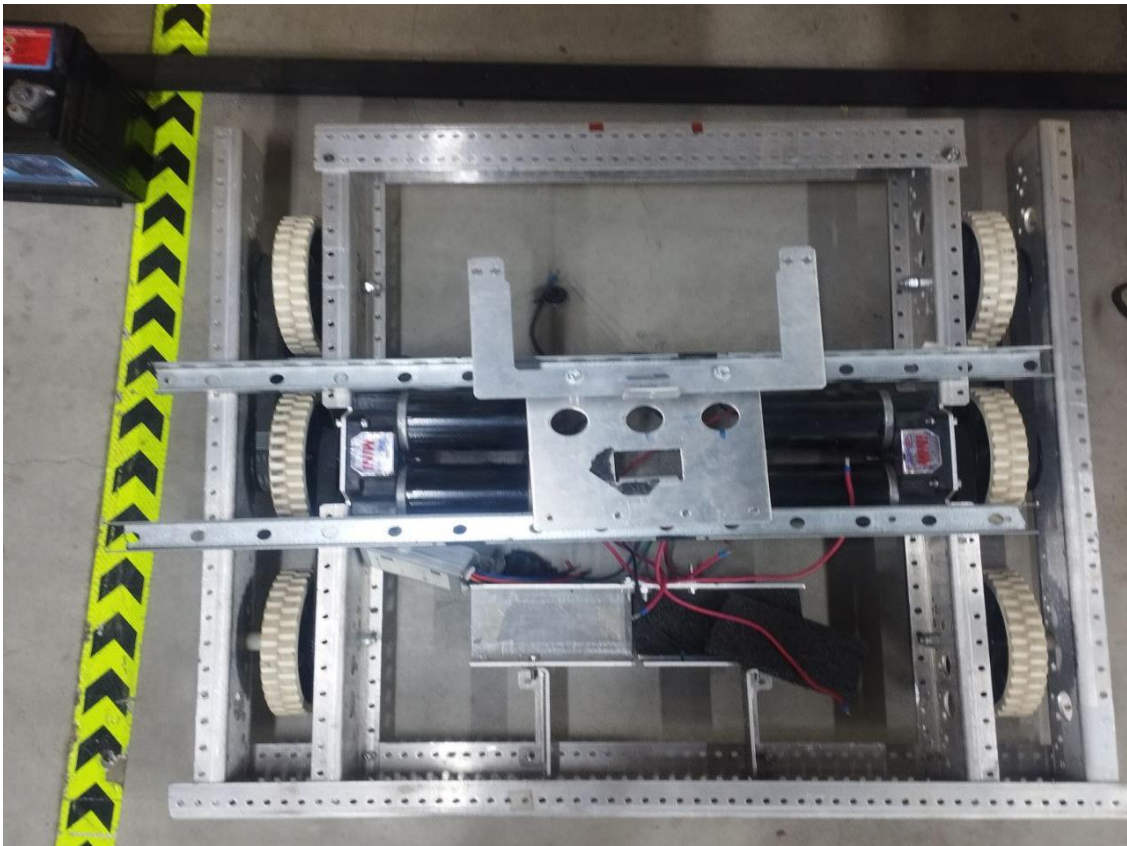


Рисунок 2.6 – Каркас платформы (вид сверху)

2.8 3D-модель

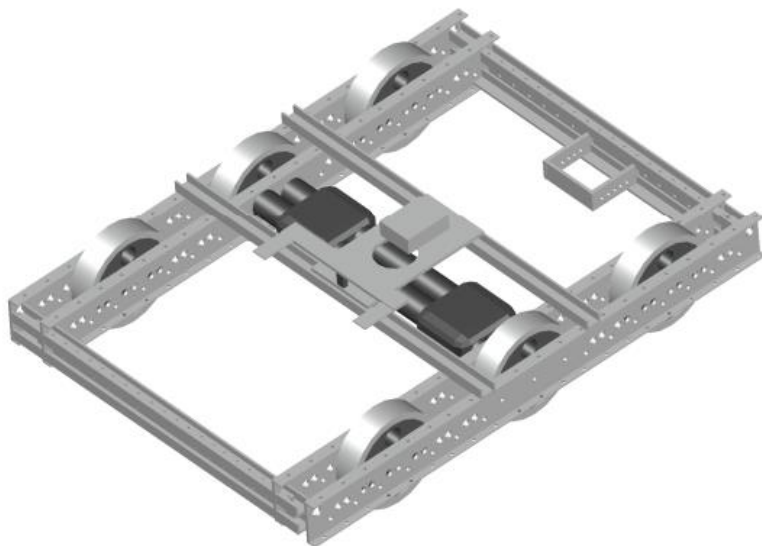


Рисунок 2.7 - 3D-модель платформы (в перспективе)

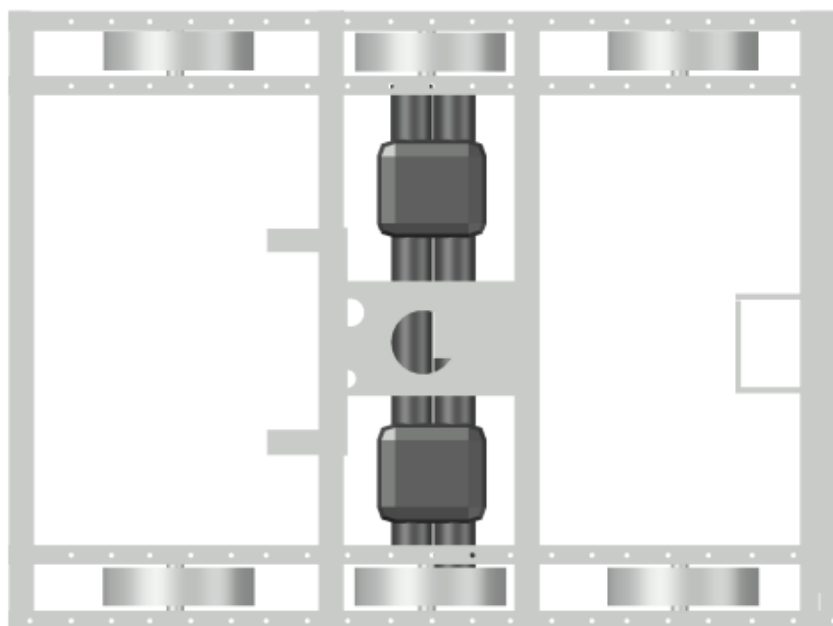


Рисунок 2.8 - 3D-модель платформы (вид сверху)

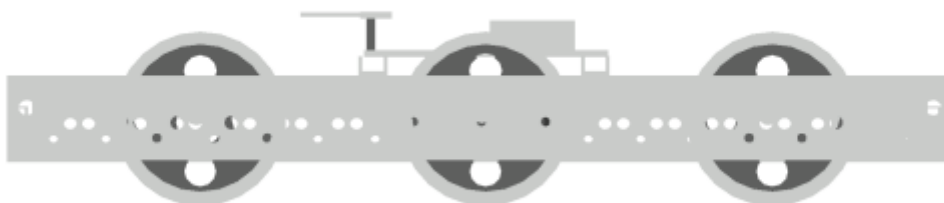


Рисунок 2.9 - 3D-модель платформы (вид сбоку)

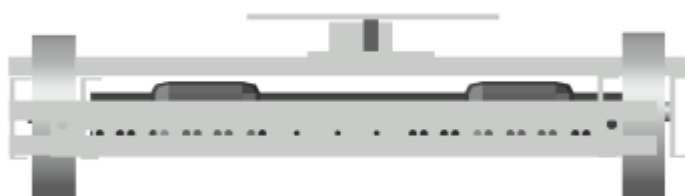


Рисунок 2.10 - 3D-модель платформы (вид спереди)

3 Расчёты

Надёжность подводной платформы определяется её способностью стабильно выполнять необходимые задачи в подводных условиях: под давлением, в воде и при ограниченной связи. Существуют необходимые критерии по которым рассчитывается надёжность автономной платформы:

Таблица 2.3 - расчёты для подготовки к погружению подводной платформы

№	Параметр	Формула	Единицы измерения
1	Архимедова сила	$F_A = \rho_v * g * V$	Н (ньютон)
2	Центр тяжести (CG)	$x_{CG} = \Sigma(m_i * x_i) / \Sigma m_i$ (аналогично y_{CG}, z_{CG})	м
3	Общий потребляемый ток	$I_{общ} = \Sigma I_i$	А (ампер)
4	Время автономной работы	$t = C / I_{общ}$	ч (час)
5	Давление на глубине	$P = P_0 + \rho_v * g * h$	Па (паскаль)
6	Тепловыделение системы	$Q = I * U - P_{мех}$	Вт (ватт)
7	Прогрев воздуха в корпусе	$\Delta T = Q * t / (\text{Степл} * m)$	°С (градусы)
8	Необходимая сила тяги	$F_{тяг} > F_{тр} + F_{груз}$	Н (ньютон)
9	Пропускная способность канала связи	$B = S / t$	Бит/с или Байты/с

1. Любое тело, погружённое в жидкость, испытывает на себя выталкивающую силу (архимедову), направленную вверх. Эта сила равна весу объёма вытесненной жидкости.

2. Центр тяжести (CG) - точка, в которой условно сосредоточена вся масса платформы. Устойчивость - это способность платформы сохранять равновесие и возвращаться в исходное положение после наклона или внешнего воздействия (например, течения или движения моторов).

3. Каждое устройство на платформе - мотор, контроллер, Raspberry, светодиоды, гироскоп - потребляет определённый ток. Чтобы выбрать подходящий аккумулятор и убедиться в стабильной работе системы, нужно

посчитать суммарный ток, который всё оборудование потребляет при работе.

4. Время автономной работы платформы. Этот расчёт поможет понять, как долго система сможет функционировать от одного заряда аккумулятора.

5. С увеличением глубины увеличивается давление воды на корпус. Оно может деформировать или даже разрушить негерметичный или слабый корпус. Поэтому нужно рассчитать, какое гидростатическое давление испытает платформа, и сравнить его с допустимым.

6. Электрическая энергия, подающаяся на систему, частично превращается в механику, но большая часть - в тепло. В замкнутом пространстве это тепло не уходит, и температура растёт.

7. В герметичном корпусе нет циркуляции, а значит - выделяемое тепло остается внутри. Чем дольше работает система, тем сильнее прогревается воздух, а с ним - и компоненты: моторы, контроллеры, Raspberry и т.д.

8. Платформа должна развивать достаточную тягу, чтобы преодолеть сопротивление среды (вода, грунт), преодолеть силу трения (если движется по дну), увезти свой собственный вес и груз, оставаться управляемой и манёвренной. Если тяги не хватает - моторы греются, платформа буксует или стоит на месте.

9. Пропускная способность - это максимальное количество данных, которое может быть передано через соединение за единицу времени.

4.1 Расчет Силы Архимеда

Габариты платформы:

Длина = 0.73м

Ширина = 0.71м

Высота = 0.13м

Исходя из этого следует следующее:

$V = 0.73 \cdot 0.71 \cdot 0.13 = 0.0674 \text{ м}^3$ - Объем подвижной платформы

$F_{\text{Арх.}} = 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.0674 = 661.3 \text{ Н}$ – Сила Архимеда

$F_{\text{Арх.}}(\text{в кг.}) = 661.3 / 9.81 = 67.4 \text{ кг}$ - Сила Архимеда в килограммах

4.2 Расчет центра тяжести и проверка условия устойчивости

Несмотря на то, что платформа итак габаритная и увесистая, необходимо уточнить при каком размещении предметов на платформе устойчивость будет снижена.

Исходные данные:

Габариты платформы:

Длина = 0.73м

Ширина = 0.71м

Высота = 0.13м

Масса платформы: 20кг

Максимальный груз: 150кг

ЦТ берем в центре платформы:

$X = 0.73 / 2 = 0.365 \text{ м}$

$Y = 0.71 / 2 = 0.355 \text{ м}$

$$Z = 0.13/2 = 0.065\text{м}$$

$$h = (m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2) / (m_1 + m_2) = (20 \cdot 0.065 + 150 \cdot 0.065) / (20 + 150) = 0.065\text{м}$$

Так как ЦТ находится внутри «прямоугольника» опоры – платформа не опрокинется

4.3 Потребляемый ток

Raspberry Pi 3B – 2.5A

Мини-роутер NEXX – 0.5A

Электродвигатели (3шт) – 15A суммарно

Плата ESC 30A – 0.1A

Светодиод CREE (2шт) – 7.5A суммарно

Импульсный драйвер – 3A

Гироскоп – 0.01A

Камера – 0.25A

Джойстик – 0.1A

Регулятор – 1-2A

Иобщ. = 30A

4.4 Время автономной работы

$$t = 42/30 = 1.4 \text{ часа}$$

4.5 Давление на глубине

1м: $1000 \cdot 9.81 \cdot 1 = 9810\text{Па}$ – Давление на глубине 1 метра

5м: $1000 \cdot 9.81 \cdot 5 = 49050\text{Па}$ - Давление на глубине 5 метров

10м: $1000 \cdot 9.81 \cdot 10 = 98100\text{Па}$ Давление на глубине 10 метров

На глубине 1м давление небольшое, можно использовать пластик, но так как наша платформа сделана из алюминия, то выдержит давление в 1 атмосферу.

4.6 Тепловыделение

Мощность компонентов:

Raspberry Pi 3B – $2.5\text{A} \cdot 5\text{В} = 12.5\text{Вт}$

Мини-роутер NEXX – $0.5\text{A} \cdot 5\text{В} = 2.5\text{Вт}$

Электродвигатели (3шт) – $15\text{A} \cdot 12\text{В} = 180\text{Вт}$

Светодиод CREE (2шт) – $5\text{A} \cdot 12\text{В} = 60\text{Вт}$

Импульсный драйвер – $3\text{A} \cdot 12\text{В} = 36\text{Вт}$

Камера – $0.25\text{A} \cdot 5\text{В} = 1.25\text{Вт}$

Джойстик, регуляторы и прочее – $0.4\text{A} \cdot 12\text{В} = 4.8\text{В}$

Итого: 297Вт

$$Q = 297 \cdot 6000 = 1.78\text{МДж}$$

4.7 Прогрев воздуха в корпусе

Исходные данные:

$$V = 0.0674\text{м}^3$$

$$P = 297\text{Вт}$$

$$t = 6000\text{с}$$

$$\rho = 1.2 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = 297 \cdot 6000 = 1.78\text{МДж}$$

$$m = \rho \cdot V = 1.2 \cdot 0.0674 = 0.0809\text{кг} - \text{масса воздуха в корпусе}$$

$$T = Q / (m \cdot c_p) = 1782000 / (0.0809 \cdot 1005) = 21918\text{К} - \text{Температурный прирост}$$

Корпус металлический и при соприкосновении с водой прогрев воздуха будет 30-50С за 30 минут

4.8 Сила тяги

Вес:

$$G = 170 \cdot 9.81 = 1667 \text{ Н}$$

μ – Коэффициент трения

μ глина - 0.3

μ ил – 0.5

$$F_{\text{тр}} = 0.3 \cdot 1667 = 500 \text{ Н} \text{ – Сила трения на глина}$$

$$F_{\text{тр}} = 0.5 \cdot 1667 = 834 \text{ Н} \text{ – Сила трения на иле}$$

$$F_{\text{в}} = 0.5 \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 0.05 \cdot (0.3)^2 = 2.25 \text{ Н} \text{ – Сопротивление воды}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проектирования была разработана и собрана подводная передвижная платформа, способная выполнять транспортировку полезной нагрузки в условиях ограниченного пространства и отсутствия беспроводной связи.

Были обоснованы все конструктивные и технические решения, выполнены необходимые расчёты плавучести, устойчивости, электропитания, прочности и теплового режима.

Контроллером выступила плата Raspberry Pi 3B, что позволило объединить управление двигателями, освещением, гироскопом и видеопотоком в единую систему.

Связь с платформой осуществляется по проводному каналу через mini-роутер и Ethernet-соединение, обеспечивая стабильную и надёжную передачу данных.

Особое внимание уделено герметичности, надёжности компонентов и устойчивости платформы при погружении. Все ключевые элементы системы протестированы как отдельно, так и в составе прототипа.

Результаты подтвердили работоспособность конструкции и её готовность к дальнейшему применению в инженерных и исследовательских задачах.

Таким образом, поставленные цели дипломной работы достигнуты. Разработанная платформа может быть использована как основа для более сложных подводных систем, включая автономные комплексы и робототехнические модули.

В рамках дипломного проекта была спроектирована, собрана и протестирована подводная мобильная платформа для транспортировки грузов. Были проведены расчёты по плавучести, устойчивости, электропитанию и тепловому режиму, обеспечивающие её надёжную работу в реальных условиях.

СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

АПП - автоматическая подводная платформа

БП - блок питания

ВМС - встроенная микрокомпьютерная система (например, Raspberry Pi)

ESC - Electronic Speed Controller - электронный регулятор скорости

GPIO - General Purpose Input/Output - универсальные входы/выходы Raspberry Pi

IMU - Inertial Measurement Unit - инерциальный модуль (гироскоп + акселерометр)

PWM - Pulse Width Modulation - широтно-импульсная модуляция

RJ-45 - стандартный сетевой разъём Ethernet

RPI / RPi - Raspberry Pi

UART - Universal Asynchronous Receiver/Transmitter - универсальный асинхронный приёмопередатчик

Wi-Fi - технология беспроводной передачи данных

Ethernet - проводной протокол передачи данных (обычно 100 Мбит/с или 1 Гбит/с)

ФА - архимедова сила (выталкивающая сила в жидкости)

CG - Center of Gravity - центр тяжести

CB - Center of Buoyancy - центр плавучести

DC - Direct Current - постоянный ток

LED - Light Emitting Diode - светодиод

USB - Universal Serial Bus - универсальная последовательная шина

t (в расчетах) - время автономной работы

Q (в расчетах) - мощность тепловыделения

$F_{тр}$ - сила трения

$F_{тяги}$ - необходимая сила тяги

ρ (ρ_o) - плотность среды (обычно воды или воздуха)

СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ

- [1] Черепанов В.А. Подводная робототехника. Основы теории и проектирования. - СПб: Политехника, 2019 <https://www.gpntb.ru/vystavki-v-gpntb-rossii/2018-god/113-chitateliam/6/5485-08.html>
- [2] Гольдштейн Р.В., Шабанов А.В. Основы гидродинамики подводных объектов. - М.: Машиностроение, 2020. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258777>
- [3] Климов С.А. Промышленные контроллеры и микрокомпьютеры в системах автоматизации. - М.: ДМК Пресс, 2021. <https://drives.ru/stati/chto-takoe-promyshlennyy-kontroller/>
- [4] Семенов Б.Ю. Силовая электроника. Расчёты и применение. - М.: Энергия, 2018. <https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/semenov-silovaya-elektronika/>
- [5] Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi 3 Model B Datasheet. - <https://www.raspberrypi.com>
- [6] Turnigy. Brushless ESC User Manual (Atmega 8-based). - HobbyKing, 2017. <https://lazyzero.de/en/modellbau/kkmulticopterflashtool/escflashingmanual>
- [7] Уоррен Дж. Raspberry Pi и Arduino: создание управляемых систем. - М.: ЭКСМО, 2017. <https://radiomart.kz/knigi/3344-mejkerstvo-arduino-i-raspberry-pi-upravlenie-dvizheniem-svetom-i-zvukom-kniga-monk-s.html>
- [8] Underwater Robot Design Handbook. - Springer, 2016. <https://dblp.org/db/reference/robo/robo2016>

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу студента

по теме: «Разработка мобильной грузовой платформы для подводного дрона»

Дипломная работа посвящена актуальной и перспективной задаче — разработке самоходной мобильной платформы для взаимодействия с подводными дронами, предназначенной для транспортировки полезной нагрузки в условиях подводной среды. Работа отличается высокой степенью проработанности как в теоретическом, так и в практическом аспекте.

Актуальность темы обусловлена растущим спросом на автономные подводные системы, расширением их функциональных возможностей, а также необходимостью эффективной доставки материалов и оборудования в труднодоступные зоны. Автор грамотно обосновал целесообразность создания дополнительной мобильной платформы, повышающей логистический потенциал существующих подводных дронов.

В ходе работы выполнен глубокий анализ современных технических решений, рассмотрены устройства ведущих мировых производителей, обоснован выбор конструктивных решений с учётом условий эксплуатации. Проведены необходимые инженерные расчёты на прочность и устойчивость, подобраны материалы, устойчивые к агрессивной морской среде. Особое внимание уделено интеграции с системами управления и навигации, что подтверждает системный подход к решению поставленных задач.

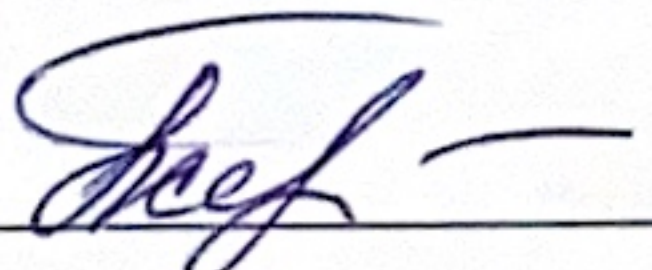
Следует отметить научную новизну работы: предложена универсальная платформа, способная адаптироваться к различным типам подводных дронов, что существенно расширяет область их применения — от научных исследований и экологического мониторинга до технического обслуживания и неразрушающего контроля.

Практическая ценность работы заключается в разработке прототипа платформы и его апробации в условиях, приближённых к реальным. Работа выполнена на высоком инженерно-техническом уровне, демонстрирует хорошие знания в области подводной робототехники, гидродинамики и систем управления.

Дипломная работа соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавров, и заслуживает оценки «отлично», а её автор — присуждения степени **бакалавра техники и технологий**.

Научный руководитель:

PhD, ассоциированный профессор кафедры РТиТСА

 /Бердибаева Г.К./

Дата: «10» 06 2025 г.

РЕЦЕНЗИЯ

дипломного проекта (работы)

студента специальности 6B07113 – Робототехника и мехатроника

Болтрушевич Владислав Дмитриевич

На тему: «Разработка мобильной грузовой платформы для подводного дрона»

Разработан:

а) графический раздел _ листов

б) пояснительная записка на _ странице

ЗАМЕЧАНИЕ

Бакалаврский дипломный проект Болтрушевич Владислава Дмитриевича посвящен "Разработке мобильной грузовой платформы для подводного дрона".

Целью дипломной работы является разработка мобильной подводной платформы, способной передвигаться по дну и выполнять транспортировку полезной нагрузки. Платформа рассчитана на работу в сложных условиях акваторий и может использоваться для инженерных, исследовательских и мониторинговых задач.

В рамках проекта были проанализированы существующие аналоги, выбраны конструктивные и электрические компоненты, выполнены расчёты плавучести, устойчивости, давления и тяги. Также разработана 3D-модель, собран макет, проведён экономический расчёт и рассмотрены способы транспортировки платформы до места работы.

Проект выполнен в соответствии с установленными стандартами и техническими требованиями.

Оценка работы

Считаю, что дипломный проект студента Болтрушевич Владислава Дмитриевича на тему **«Разработка мобильной подводной платформы для транспортировки полезной нагрузки»** выполнен на высоком уровне и полностью соответствует поставленным задачам. Работа демонстрирует высокий уровень технической подготовки, инженерный подход и практическую ценность проекта. Учитывая проделанную работу, считаю, что студент Болтрушевич В.Д. заслуживает присуждения академической степени **бакалавра**.

Рецензент

К.т.н., ассоц. профессор Академии гражданской Авиации



Сейдилдаева А.К.

2025 г



Отчет подобия

Метаданные

Название организации

Satbayev University

Название

Разработка мобильной грузовой платформы для подводного дрона

Автор

Научный руководитель / Эксперт

Болтрушевич Владислав ДмитриевичГульмира Бердибаева

Подразделение

ИАиИТ

Объем найденных подобиий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание!Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1

25

Длина фразы для коэффициента подобия 2



КП2

4643

Количество слов



КЦ

35406

Количество символов

Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		45
Интервалы		0
Микропробелы		167
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		4

Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

10 самых длинных фраз

Цвет текста

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	https://www.cnews.ru/news/top/2024-06-21_v_rossii_razrabotali_podvodnyj	43 0.93 %
2	https://www.cnews.ru/news/top/2024-06-21_v_rossii_razrabotali_podvodnyj	15 0.32 %
3	https://www.cnews.ru/news/top/2024-06-21_v_rossii_razrabotali_podvodnyj	14 0.30 %

4	https://official.satbayev.university/download/document/33814/Computer%20Science%20B06102%2023-2024%20%D1%80%D1%83.pdf	12 0.26 %
5	Разработка летательного аппарата с системой автоматического возвращения на точку запуска 5/14/2025 Satbayev University (ИАиИТ)	8 0.17 %
6	Разработка летательного аппарата с системой автоматического возвращения на точку запуска 5/14/2025 Satbayev University (ИАиИТ)	7 0.15 %
7	https://monitor.net.ru/forum/threads/446607/	7 0.15 %
8	https://www.cnews.ru/news/top/2024-06-21_v_rossii_razrabotali_podvodnyj	6 0.13 %
9	https://official.satbayev.university/download/document/33814/Computer%20Science%20B06102%2023-2024%20%D1%80%D1%83.pdf	6 0.13 %
10	https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B8_%D0%9A_%D0%98_%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%BF%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B0	6 0.13 %

из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из домашней базы данных (0.54 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Разработка летательного аппарата с системой автоматического возвращения на точку запуска 5/14/2025 Satbayev University (ИАиИТ)	25 (4) 0.54 %

из программы обмена базами данных (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
------------------	----------	---

из интернета (2.78 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	https://www.cnews.ru/news/top/2024-06-21_v_rossii_razrabotali_podvodnyj	88 (6) 1.90 %
2	https://official.satbayev.university/download/document/33814/Computer%20Science%20B06102%2023-2024%20%D1%80%D1%83.pdf	18 (2) 0.39 %
3	https://monitor.net.ru/forum/threads/446607/	17 (3) 0.37 %
4	https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B8_%D0%9A_%D0%98_%D0%A1%D0%B0%D1%82%D0%BF%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B0	6 (1) 0.13 %

Список принятых фрагментов

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
	https://official.satbayev.university/download/do... 	18 (0.39%)
	https://monitor.net.ru/forum/threads/446607/ 	17 (0.37%)
	https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%B7... 	6 (0.13%)