МГУУ Правительства Москвы

IV Конкурс исследовательских и проектных работ учащихся образовательных учреждений города Москвы и Московской области «Мегаполис XXI века – город для жизни»

Конкурсная работа

На тему: «Радиоуправляемое судно для очистки водоёмов»

Выполнена:
учащимися 10 класса
ГБОУ Школы № 2070

Крылов Дмитрий Олегович

Подпись_____

Юсубов Рамиль Эльчинович

Подпись_____

Научный руководитель работы:
Педагог дополнительного образования
Крылов Олег Николаевич

Директор ГБОУ Школы № 2070
Афанасьева Ольга Николаевна

_____
М.П.

Москва

2020

Содержание

1. Описание проблемы 3
2. Цели проекта 4
3. Анализ существующих решений 6
4. Планирование работ 8
5. Работа над проектом 9
   5.1. Создание 3D модели 10
   5.2. Мотор-колеса 11
   5.3. Изготовление поплавков 11
   5.4. Электроника и управление моделью 13
      5.4.1. Пульт управления 15
      5.4.2. Взаимодействие пульта с уборочной платформой 16
   5.5. Печать на 3D-принтере 17
6. Распределение ролей 18
7. Ресурсное обеспечение проекта 19
8. Бизнес-планирование 22
9. Результат и его оценка, выводы 26
10. Список литературы и ссылки на ресурсы 29

Приложение 1. Технологическая карта производства 30

Приложение 2. Финансовый план 33

Приложение 3. Рецензия на проект 38

Приложение 4. Отзыв Администрации поселения Сосенское 40

1. Описание проблемы

В наши дни загрязнение водоемов является одной из самых важных экологических проблем. Грязная вода провоцирует появление и распространение различных болезней и инфекций, как у животных, так и у людей. Мусор препятствует нормальной жизни животных, обитающих в воде. Помимо того, мусор портит внешний вид водоема. Пример можно легко встретить в парках и в других местах массового пребывания людей.

Загрязнения вызываются пластиковыми и металлическими отходами, которые попадают в воду, вследствие небрежного отношения людей к природе. В основном именно из-за поверхностных загрязнений в воде распространяются токсичные соединения, концентрации тяжелых металлов, пестициды, нитраты, нефтепродукты и многое другое.

Все эти факторы пагубно влияют на водоемы, поэтому нередко мы видим такую картину:

Рис.1. Загрязненный водоем

2. Цели проекта

Ввиду того, что в данный момент нет легкой и доступной техники для решения этой проблемы, мы поставили перед собой цель создать до конца 2019 года опытный образец устройства, которое будет способно очистить от мусора, плавающего на поверхности небольших водоёмов. Принцип работы предполагаемого устройства должен заключаться в передвижении по поверхности воды и захватывании мусора, недосягаемого с берега.

Проблема экологии является очень важной как для человечества, так и лично для нас, поэтому в прошлом году мы успешно разработали уборочное устройство на воздушной подушке.

Рис.2. СВП для очистки водоёмов

С его помощью можно убирать водоем от мелкого мусора, привлекать внимание детей и взрослых к проблеме экологии нашего района, но применить его для полноценной уборки не получилось. Поэтому мы решили его усовершенствовать и довести решение до промышленного применения.

Для достижения цели мы поставили перед собой следующие задачи:

1) изучить и выбрать наиболее подходящий тип судна с учетом существующих аналогов;
2) изучить способы управления выбранным типом судна;
3) создать модель устройства в программе 3D-моделирования;

4) создать промежуточные стенды для испытания плавучести, грузоподъемности, управляемости и т.д.;
5) собрать корпуса судна;
6) подключить и настроить электронику для удаленного управления;
7) внести изменения по результатам испытаний;
8) доработать и, как следствие, получить окончательную модель устройства;
9) собрать полнофункциональное устройство, провести окончательные испытания на воде;
10) описать функционирование частей устройства, этапов разработки в виде документации, создать презентации.

3. Анализ существующих решений

В настоящий момент очистка водоемов является комплексной и большой задачей, т.к. загрязнения могут быть как на поверхности и на дне, так и в толще воды. Очистка дна искусственных водоемов – это очень дорогостоящий процесс, и он выполняется с полным спуском воды и физической очисткой дна раз в несколько десятилетий. Традиционно, чисткой поверхности занимаются специальные баржи/экскаваторы, которые ловят мусор плавучими сетями/ковшом.

Рис.3. Уборка водоема

Но эту операцию проводят чаще всего в крупных водоемах или реках, т.к. экономически не целесообразно транспортировать большую баржу в маленький водоем. Да и не каждый водоем может вместить такое судно.

Конечно же, попытки усовершенствовать такой тяжёлый способ очистки применяются, поэтому рассмотрим их преимущества и недостатки в таблице.

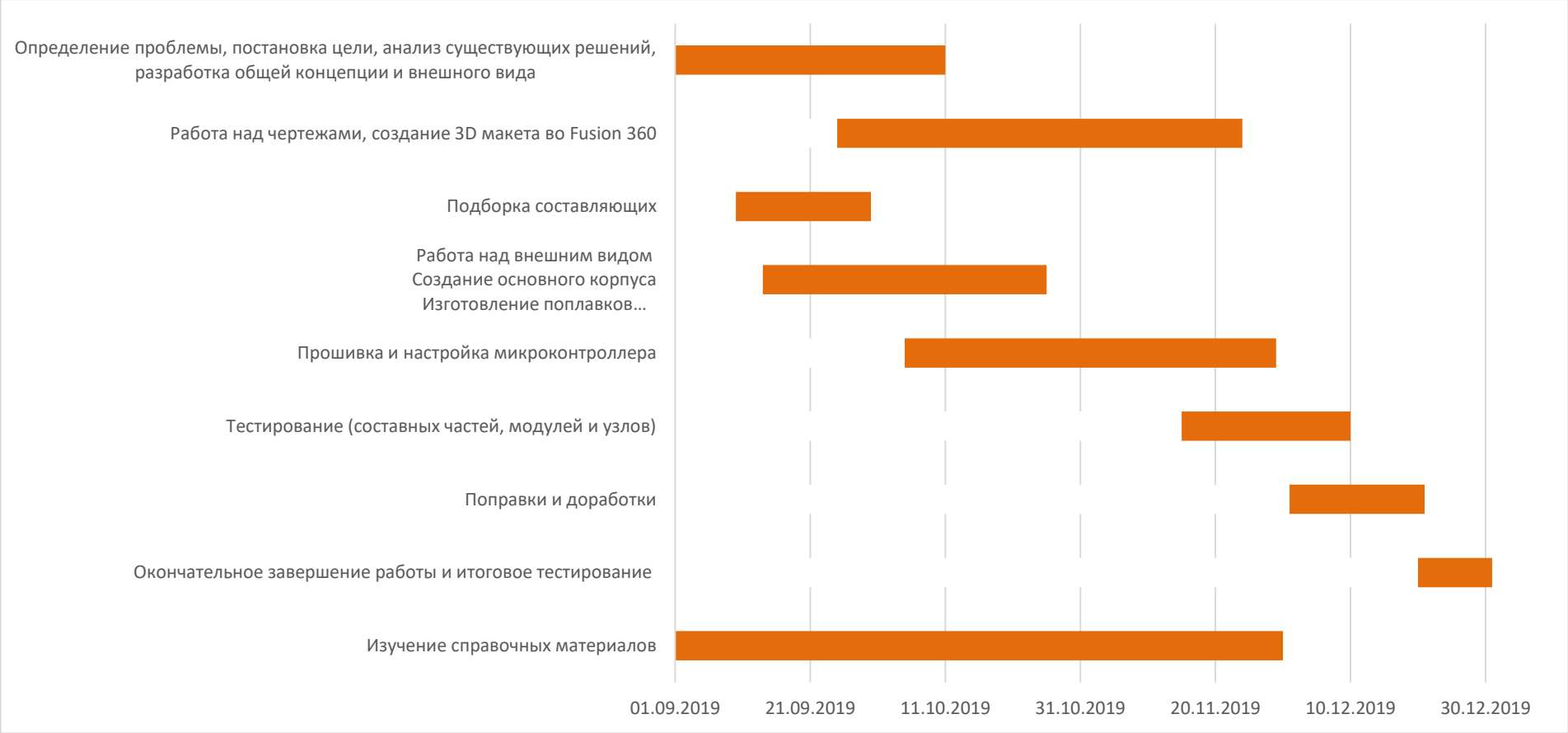
Название	Недостатки	Преимущества	Внешний вид
Экобот-разработка школьников из Нижнего Новгорода	Сложность в: • Транспортировке • Эксплуатации • Ремонте (из-за неразборной конструкции) • Извлечении мусора	• Средние габариты • Средняя стоимость	
WasteShark – проект компании «Ranmarine Tecnology»	• Высокая стоимость (большую часть стоимости составляют: лидары для ориентирования в пространстве, мощная плата управления для просчёта всей математики, импеллеры большого диаметра для движения) • Маленький отсек для мусора	• Маленькие габариты • Лёгкость в использо-вании • Автоном-ность очистки	

Проанализировав существующие решения, мы сделали устройство, в котором сохранены все преимущества аналогов, недостатки исправлены:

1. для сбора мусора задействовано всё возможное пространство;
2. устройство занимает средние габариты для того, чтобы была возможность убирать даже не глубокие и не большие по площади пруды;
3. стоимость ниже, чем у всех просмотренных устройств и это никак не влияет на работоспособность;
4. полученное устройство можно легко разобрать и транспортировать в разобранном виде (или частями);
5. из-за модульности возникшую поломку можно устранить обычной заменой поломанной части (электроники или корпуса) на новую.

4. Планирование работ

Перед тем, как приступить к работе, были выделены все основные этапы разработки и составлен график работ в диаграмме Ганта.



5. Работа над проектом

После изучения типов водных судов (лодки, катамараны, судно на воздушной подушке) был сделан выбор в пользу катамарана. Такой тип судов больше подходит для нашего проекта. Во-первых, такая конструкция позволит передвигаться по мелким водоемам практически бесшумно, не распугивая обитателей и прохожих. Во-вторых, благодаря конструкции судна, мы можем разместить между двумя “плавучими частями” (также их называют **поплавки**) сеть для сбора мусора.

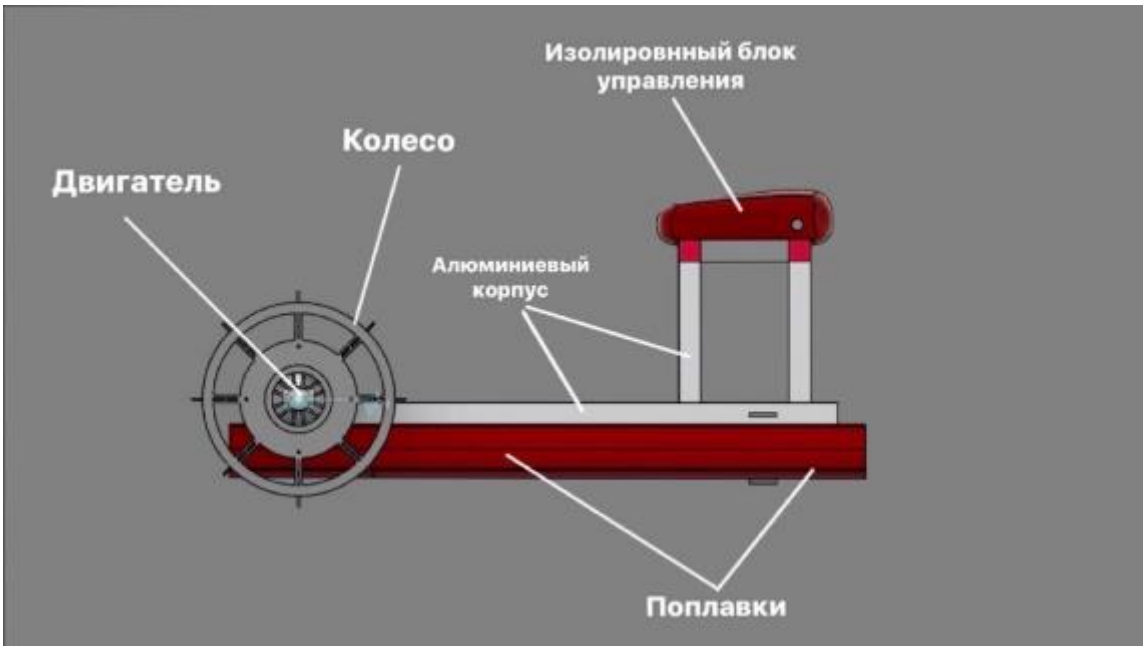


Рис.5 Упрощенная схема катамарана

Во время выполнения проекта нам потребовалось:

1) освоить технологию 3D моделирования и проектирования в инженерной конструкторской среде Fusion360;
2) научиться составлять чертежи и работать с ними;
3) выбрать микроконтроллер для удаленного управления;
4) изучить работу микроконтроллера, придумать механизм очистки мусора с поверхности воды;
5) смоделировать устройство с учетом объема работы, которое ему нужно будет выполнять;
6) построить конструкцию на основе модели, основная часть из пеноплэкса была укреплена алюминиевым профилем;
7) Пластиковый отсек с электроникой напечатать на 3D-принтере с помощью аддитивной технологии;
8) подобрать необходимые по мощности двигатели, научиться ими управлять;
9) определить способы подключения периферийных устройств к микроконтроллеру;

10) изучить язык программирования микроконтроллера, написать программу для удаленного управления;
11) произвести сборку всех компонентов;
12) подключить и обеспечить питанием все компоненты системы управления и связи;
13) начать тестирование и убедиться, что система работает стабильно и исправно.

5.1. Создание 3D модели

Конструкция была смоделирована в программе Fusion360. Это программа для 3D моделирования, в которой мы работали. Так как у нас уже имелись двигатели – колеса от гироскутера, мы решили подобрать габариты устройства в соответствии с нашими. В результате получилась вот такая модель:

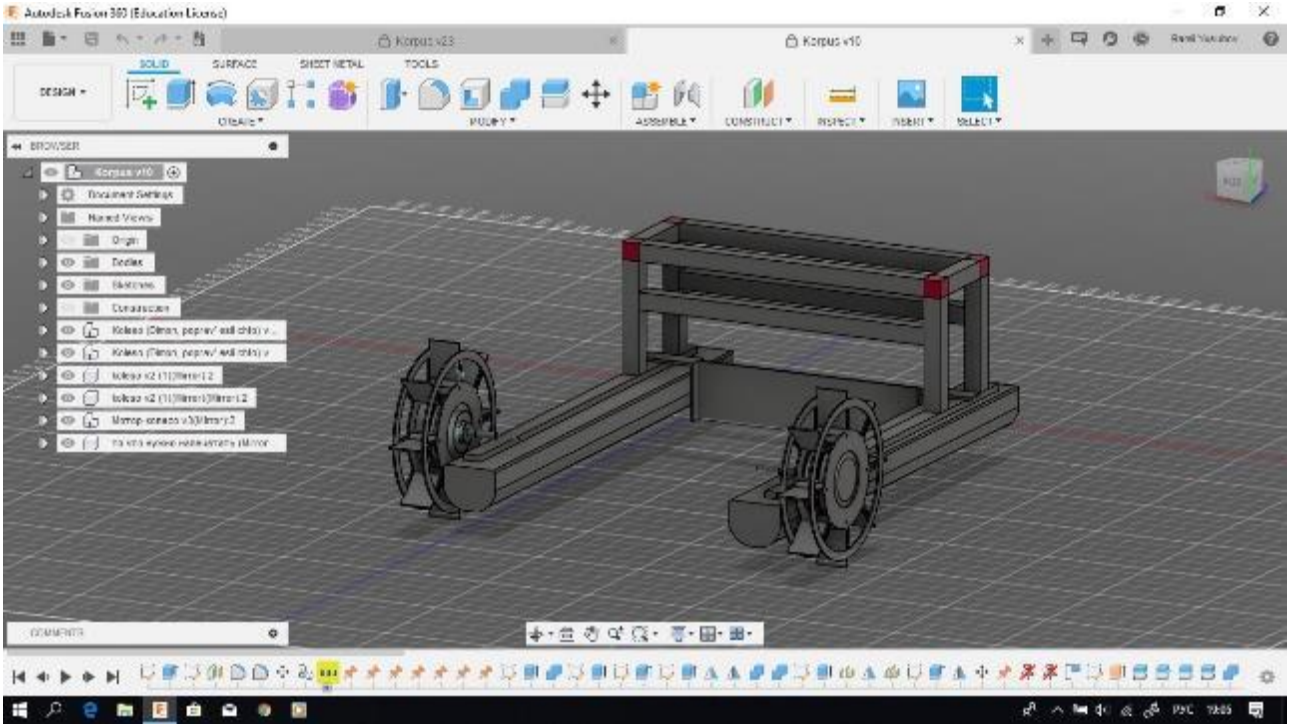


Рис.5.1 Интерфейс Fusion 360

Во время моделирования нужно было надежно соединить «поплавки», закрепить на них гребные колеса и обеспечить равномерное распределение центра тяжести по длине конструкции. Так как в процессе моделирования одним из вариантов было смещение мотор-колес в одну из сторон, то это добавило конструкции дополнительное свойство – мы получили колесное средство, которое может перемещаться не только по воде, но и по твердой поверхности. Это нам показалось полезным, т.к. при наличии пологого спуска такой катамаран может самостоятельно «заходить» в воду и «выносить» из воды мусор. Для этих целей с противоположной стороны под «поплавками» были добавлены поддерживающие колеса.

5.2. Мотор-колеса

Мы решили взять колеса от старого гироскутера в качестве двигателей для перемещения. По нашим расчетам, мощности двигателей должно хватить для этой задачи. Для передачи вращения мы объединили два корпуса: один из пластика на 3Dпринтере, для лучшего прилегания и защиты, а второй из деревянной фанеры. Получившиеся конструкции напоминают пароход с гребным колесом. Благодаря расположенным по кругу лопаткам, двигатели смогут перемещать устройство по воде, а благодаря ободу – по суше.

5.3. Изготовление поплавков

Поплавки изготавливались по модели, показанной выше. В качестве основного материала был выбран пеноплэкс. Его основными преимуществами является водонепроницаемость и высокая пористость. Мы вырезали из него нужную форму с помощью разогретой нихромовой нити, а после покрыли ее эпоксидной смолой ЭД-20 с отвердителем ЭТАЛ-45М. Такое сочетание позволяет добиться прочной поверхности, устойчивой к ударным нагрузкам. В качестве армирующего материала применена конструкционная стеклоткань ТР-0,3.

Рис.5.3.1 Резка пеноплэкса

Рис. 5.3.2 Испытания грузоподъёмности (m= 5×4=20кг)

Уже готовые поплавки при испытаниях показали высокую прочность и во время испытаний держались на воде, нагруженные весом в 20 кг.

Рис. 5.3.3 Оклеивание пеноплэкса

Этого достаточно, т.к. вес всех элементов составит не более 16 кг, а собираемый мусор будет находиться в плавучем состоянии до «выхода» на берег и не влияет на плавучесть конструкции.

5.4. Электроника и управление моделью

В качестве “сердца” лодки мы выбрали плату NodeMCU с микроконтроллером ESP8266. Наличие в ней Wi-Fi модуля позволит нам удаленно управлять катамараном на расстоянии до 100 метров для того, чтобы его можно было использовать в тех водоемах, где запрещена навигация и купание людей. Далее мы подключили плату и колеса от гироскутера с нашей ESP в одну общую цепь.

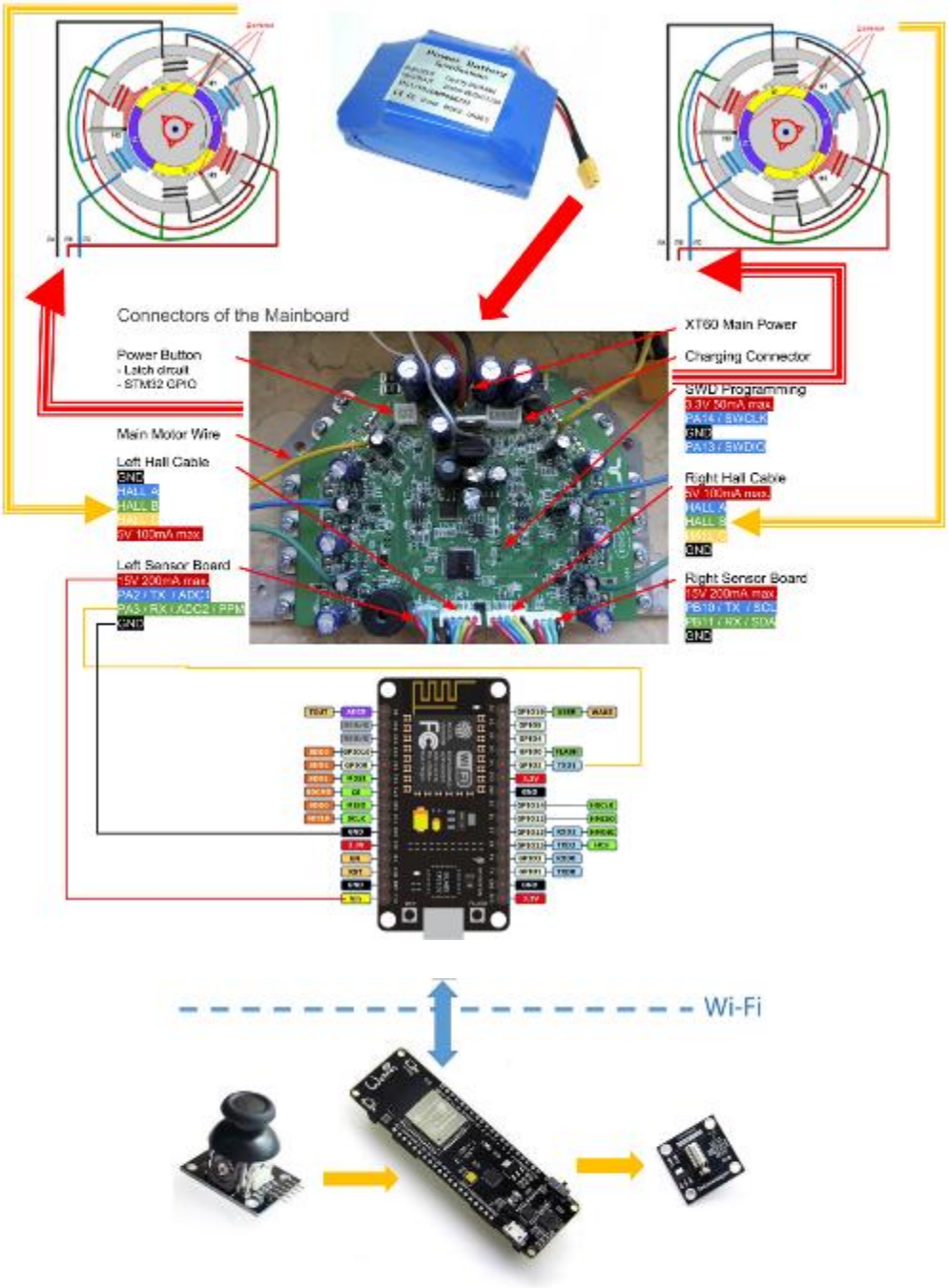


Рис. 5.4а Схема подключения электроники

Для управления бесколлекторными мотор-колесами с использованием платы гироскутера был использован код проекта NiklasFauth/hoverboard-firmware-hack с GitHub. Этот код был написан студентами после реверс-инжиниринга платы управления.

Для прошивки пришлось использовать программатор ST-LINK для контроллеров STM32 *(рис.5.4б)*.

Рис. 5.4б Программатор ST-LINK

Загрузка микропрограммы производилась с помощью STM32 ST-LINK Utility путем выбора файла и «отправки» его в микроконтроллер через специальный разъем на силовой плате гироскутера.

В процессе испытаний был выявлен существенный недостаток, а именно, через разные промежутки времени происходил сбой, после которого вместо прямолинейного движения происходил поворот с очень большой скоростью. Мы предположили, что сбои связаны с «наводками» на длинные провода последовательного порта, но после их укорачивания и экранирования ситуация не изменилась. Оказалось, что к моменту тестирования эта проблема проявлялась не только у нас и уже была решена другими разработчиками добавлением контрольной суммы к передаваемым данным (https://git.hacknology.de/psycho/bewegungsappar.at/commit/9dd22957ca8a3c59ab32c39a7de495faa7739ef4):

```
typedef struct{
    int16_t steer;
    int16_t speed;
    uint32_t crc;
}Serialcommand;
Serialcommand oCmd;
```

Но такое решение нас полностью не устроило, т.к. после сбоя моторы останавливались и не управлялись командами UART-порта совсем, а в случае нахождения на расстоянии от берега такое поведение просто не приемлемо. Во время изучения кода управляющей программы и принципа работы UART в микроконтроллерах STM32 (https://istarik.ru/blog/stm32/120.html) был выключен режим отправки половины буфера и включен режим UART_IT_IDLE, который позволяет получать данные из буфера при возникновении паузы. Таким образом

была исправлена данная ошибка. Т.е. теперь в случае возникновения сбоя (сбоем является потеря одного байта данных, что приводило к постоянному дальнейшему смещению данных на 1 байт) обрабатывается один пакет сбойных данных, но он не применяется микроконтроллером из-за несовпадения контрольной суммы. Следующий пакет уже не будет сбойным и продолжится нормальная работа микропрограммы, т.к. между пакетами есть пауза.

5.4.1. Пульт управления

Т.к. уборочная машина работает на микроконтроллере ESP8266 (плата NodeMCUv3), то будет вполне логичным в качестве связи с пультом управления использовать Wi-Fi, т.к. этот чип и создавался для работы с этой сетью.

В качестве микроконтроллера для пульта управления была выбрана другая плата, а именно WEMOS с микроконтроллером ESP32. Ее выбор обусловлен двумя факторами:

- в этой плате уже есть разъем для Li-Ion аккумулятора с контроллером заряда формата 18650 большой емкости, что минимизирует размеры и позволит пульту работать долго без подзарядки;
- будет использоваться аналоговый джойстик для передачи направления и скорости движения платформы и в микроконтроллере ESP32 может быть задействовано до 18 АЦП (аналого-цифровой преобразователь), а в ESP8266 только 1 АЦП, чего недостаточно, т.к. у джойстика 2 аналоговых выхода

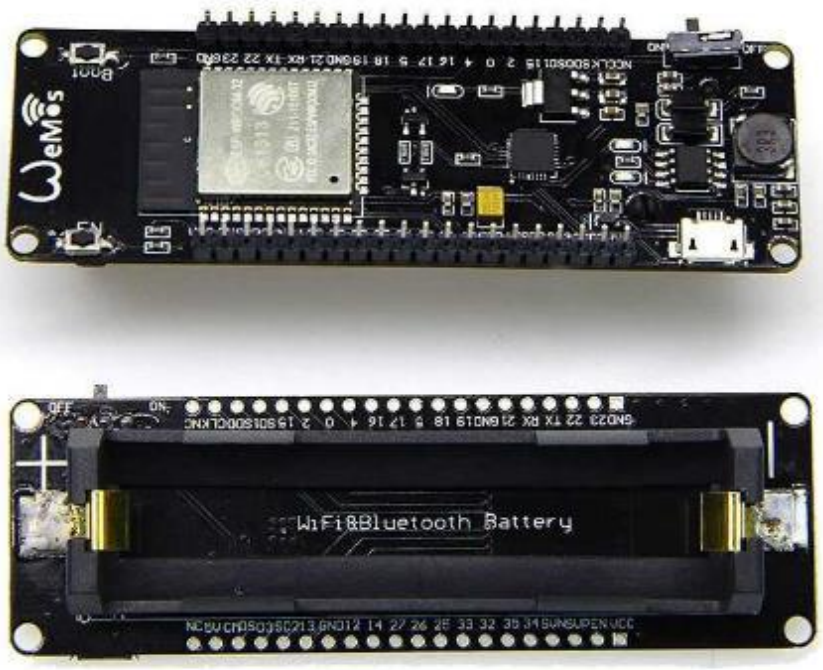


Рис. 5.4.1 Плата WEMOSESP32

Предполагается, что пульт и разработанная система взаимодействия с устройством может использоваться и в других проектах.

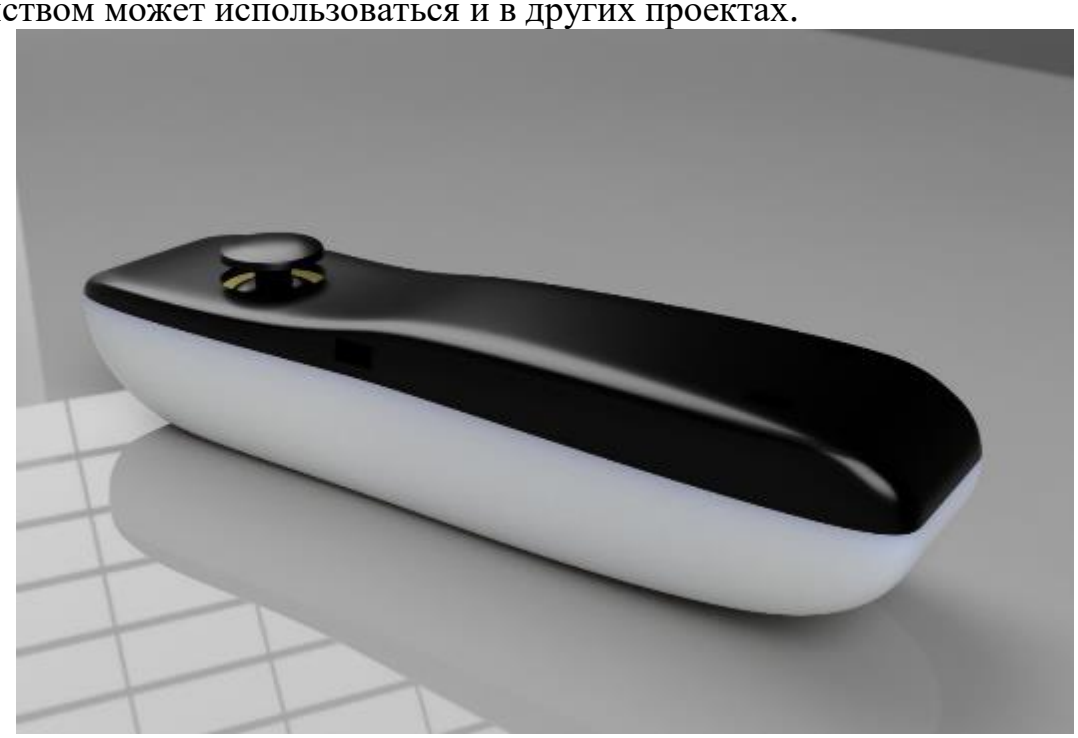


Рис. 5.4.2 Спроектированный пульт управления

5.4.2. Взаимодействие пульта с уборочной платформой

Лодка для уборки и пульт управления имеют для управления Wi-Fi интерфейс и поэтому логичным было бы сделать одно устройство HTTP-сервером и точкой доступа, а другое клиентом. В этом случае передавать запрос от клиента к серверу можно с помощью параметров GET, а результат отдавать в теле ответа. Хотя подобное соединение надежное и удовлетворяет нашим потребностям, оно достаточно медленное и энергозатратное из-за постоянно используемого соединения.

После изучения материала на эту тему была найдена технология ESP-Now от компании EspressifSystems, которая поддерживается как со стороны ESP8266, так и ESP32. Смысл состоит в том, что постоянное соединение не устанавливается, а общение между модулями происходит короткими пакетами до 250 байт полезных данных. И это ограничение является единственным минусом.

Достоинства ESP-Now:

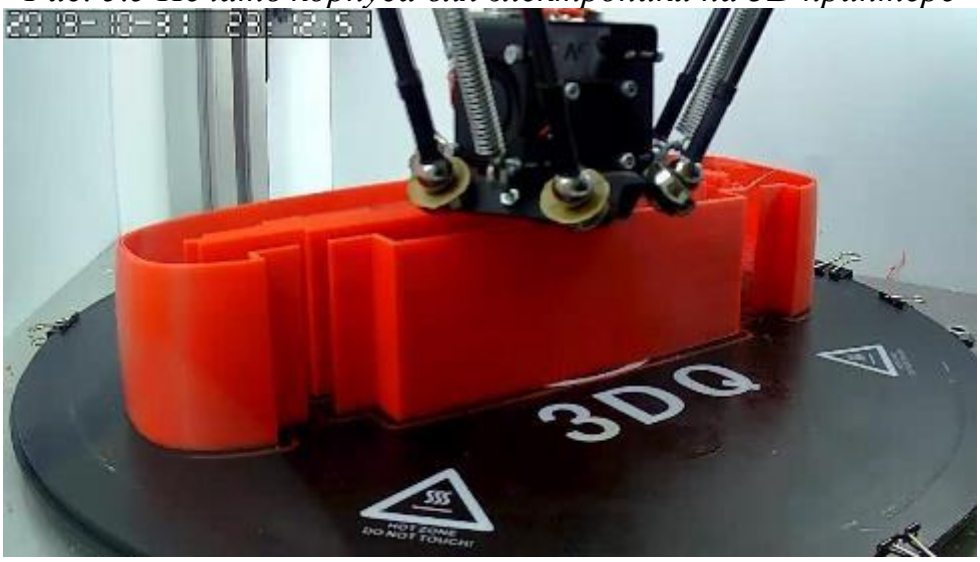
1) Низкое энергопотребление (модуль может работать несколько недель без подзарядки);
2) Высокая скорость передачи данных;
3) Быстрая готовность модуля к передаче данных после включения (по результатам тестов на загрузку модуля ESP32 уходит менее 0,2 с);
4) Соединение может шифроваться.

Созданный пульт управления может ограничивать максимальную скорость движения и задавать направление движения при различном его расположении в руке. Для программирования необходимо удерживать кнопку джойстика в центральном положении (не отклоняя по оси X или Y) в течение 5-7 секунд. После этого пульт сообщит с помощью вибрации текущий множитель скорости (от 2 до 5). Если продолжать удерживать кнопку, то будет предложена следующий множитель скорости. По достижении максимального значения (5) следующее значение будет равно 2. После сообщения нужного множителя скорости необходимо отпустить кнопку. Если необходимо так же поменять и направление движения (предполагается другое расположение пульта в руке), то перед отпусканием кнопки нужно наклонить джойстик в сторону прямого хода движения, должен произойти короткий вибросигнал. Если отпустить джойстик, то произойдет запоминание текущей скорости и направления движения. Если нужно изменить направление движения на противоположное (в случае изменения крепления сетки для мусора), то нужно дождаться длинного вибросигнала и только после этого отпускать джойстик.

5.5. Печать на 3D-принтере

Для того, чтобы элементы электроники не оставались открытыми, и чтобы в них не попала вода, мы сделали корпус, который не позволит влаге попасть внутрь. Еще нам было необходимо сделать две детали для крепления двигателей и гребного колеса, которые сами по себе имели сложную форму. Рациональнее всего было сделать все эти компоненты на 3D-принтере, т.к. к нему есть доступ. Во-первых, это дешевле при штучном производстве, во-вторых, мы сами можем смоделировать форму, цвет и подходящие габариты моделей.

Рис. 5.5 Печать корпуса для электроники на 3D принтере



6. Распределение ролей

В таблице можно видеть, какую часть работы сделал определенный участник.

ФИО	ОУ и класс / организация и должность	Функция в проекте	Задачи в проекте
Крылов Олег Николаевич	ГБОУ г. Москвы «Школа №2070», педагог дополнительного образования	Научный руководитель	1. Организация работы проектной команды 2. Обеспечение ресурсами 3. Научное сопровождение инженерно-конструкторского направления 4. Помощь в создании системы управления устройством
Крылов Дмитрий Олегович	ГБОУ №2070, 10 «Б»	Инженер-конструктор	1. Проектирование корпуса изделия (исключая часть модели для мотор-колеса) 2. Подбор комплектующих 3. Сборка всех элементов конструкции в одно устройство 4. Создание системы управления устройством (программирование микроконтроллеров) 5. Монтаж платы, проводов, пайка 6. Написание документации
Юсубов Рамиль Эльчинович	ГБОУ №2070, 10 «Б»	Помощник инженера	1. Моделирование части крепления мотор-колеса к деревянным «гребёнкам» 2. Помощь в оклейке двух «поплавков» стеклотканью 3. Написание документации

7. Ресурсное обеспечение проекта

Для создания опытного образца использованы материалы и комплектующие согласно таблице:

Наименование	Количество	Единица измерения	Стоимость
Детали из фанеры + резка	1	шт	1050 руб.
Запчасти от б/у гироскутера (Колеса, плата и аккумулятор)	3	шт	1500 руб.
Плата Wi-Fi ESP8266	1	шт	250 руб.
Профиль алюминиевый + резка и доставка	2	шт	4970 руб.
Штанга DIN 975 6мм	1	м	95 руб.
3-х сторонний кубический соединитель 40x40_D, паз 10, C80	4	шт	1396 руб.
Винт с полукругл. гол. и вн. шестигр. M8 x 20 ISO 7380-1, M01	12	шт	132 руб.
Внутренний угловой соединитель 10-B, паз 10, E40	12	шт	1440 руб.
Втулка резьбовая M14 / M8, D10	12	шт	396 руб.
Клипса винтовая для панелей 20, резьба M5, паз 6, F37	8	шт	280 руб.
Сухарь пазовый M8, паз 10, D35	8	шт	176 руб.
Сухарь пазовый M6 с лапкой, паз 10, B24	8	шт	304 руб.
Лист пеноплэкса 1185x585x100 мм	1	шт	340 руб.
Лист пеноплэкса 1185x585x30 мм	1	шт	100 руб.

Армирующая сетка	1.5	м²	200 руб.
Эпоксидная смола + отвердитель	1,725	кг	2000 руб.
Стеклоткань конструкционная	1.5	м²	420 руб.
Пластик PLA	2.5	кг	3000 руб.
Краска	680	г	686 руб.
Колеса диаметром 80 мм	2	шт	600 руб.
Расходные материалы (провода, припой, винты М3, гайки М3 и т.д.)	-	-	300руб.
Итоговая стоимость			**19635 руб.**

Использованное оборудование:

Название	**Назначение**	**Кем предоставляется**	**Условия предоставления**
3Д принтер Prism Home Dual	Печать спроектированных частей проекта	ГБОУ «Школа №2070»	Предоставление для помощи в развитии проекта
Паяльная станция Lukey 852D+	Пайка электрических компонентов	ГБОУ «Школа №2070»	Предоставление для помощи в развитии проекта
Электрический лобзик Bosch	Отрезание валов нужного размера	В личном владении	Безвозмездное использование
Шуроповёрт Bosch	Сверление недостающих отверстий, шлифовка «лыж»	В личном владении	Безвозмездное использование

Станок для лазерной резки	Изготовление внешней части насадки мотор-колёс для осуществления движения по водоёму	ИП специализирующееся на предоставлении услуг по лазерной резке	На платной основе

Инструменты:

1) Разводной ключ
2) Набор шестигранников
3) Напильник
4) Штангенциркуль
5) Кусачки
6) Струбцина
7) Плоскогубцы
8) Вороток
9) Рулетка строительная 5м
10) Клещи для снятия изоляции

Все инструменты подбирались на основе используемых материалов и их простой и качественной обработки. Предоставлены на безвозмездной основе из личных вещей участников и руководителя проекта.

Оборудование предоставлено ГБОУ г. Москвы «Школа №2070» на безвозмездной основе в рамках занятий кружка «Робототехника на базе Ардуино».

8. Бизнес-планирование

Так как данный проект еще на стадии создания вызвал интерес у окружающих при тестировании и обратил внимание Администрации поселения Сосенское, то было принято решение оценить его привлекательность с экономической точки зрения.

В начале планируется производство одной модификации уборочного судна, но по мере поступления предложений ассортимент может быть расширен (см. Таблицу 8.1.).

Таблица 8.1. Затраты на материалы и производство

	ТОВАР/УСЛУГА	ЗАТРАТЫ НА ЕД., руб.	ТОРГОВАЯ НАЦЕНКА, %	СТОИМОСТЬ ЕДИНИЦЫ, руб.
1	Радиоуправляемое судно для очистки водоёмов	19 635	255%	50 000

Интерес к нашей продукции могут проявить как частные покупатели, такие как СНТ (садоводческое некоммерческое товарищество), рыболовные хозяйства, так и государственные структуры в лице Администраций поселений, Префектур и их подрядных организаций. Для успешных продаж должен быть создан сайт и необходимо проводить рекламные компании в социальных сетях, проводить презентации возможностей устройства.

Таблица 8.2. Штатное расписание и фонд оплаты труда

	Должность	Оклад, руб.	Кол-во, чел.	ФОТ, руб.
Административный				
1	Бухгалтер (аутсорсинг)	25 000	1	25 000
Производственный				
2	Работник широкого профиля	50 000	1	50 000
Торговый				
3	Менеджер по продажам	30 000	1	30 000
Вспомогательный				
	Итого:			**105 000,00 ₽**
	Социальные отчисления:			**31 500,00 ₽**

	Итого с отчислениями:	**136 500,00 ₽**

Основная статья инвестиционных затрат – расходы на производственное оборудование и оборотные средства.

Таблица 8.3. Инвестиционные затраты

	НАИМЕНОВАНИЕ	**СУММА, руб.**
Недвижимость		
1	Оборудование офиса: Ноутбук 2 шт. – 70 000 руб. Мебель – 30 000 руб.	100 000
2	Оборудование производства: 3D принтер Prism Pro V2 – 275 000 руб. Паяльная станция – 3 000 руб. Промышленный пылесос – 10 000 руб. Электроинструмент – 15 000 руб. Наборы ключей, отверток, шестигранников – 5 000 руб.	308 000
Нематериальные активы		
3	Разработка веб-сайта	30 000
4	Стартовая рекламная кампания	30 000
Оборотные средства		
5	Оборотные средства	300 000
6	Производство первой партии продукции (5 устройств)	98 175
	Итого:	**866 175 ₽**
	Собственные средства:	**0,00 ₽**
	Требуемые заемные средства:	**866 175 ₽**
	Ставка:	**20,00%**
	Срок, мес.:	**60**

Для функционирования небольшого производства, состоящего из 1 работника широкого профиля и 1 менеджера достаточно небольшого офисного помещения 18 м2 с хорошей вытяжной вентиляцией.

Один работник способен производить 9 устройств в месяц. Все расчеты проводились исходя из этого значения, только в первый месяц будет произведено

5 устройств первой партии, т.к. будет необходимо наладить поставки расходных материалов и оборудования.

Постоянные затраты включают оплату связи, рекламу и амортизацию основных средств и нематериальных активов. Размер амортизационных отчислений рассчитан линейным методом; принят срок полезного использования в пять лет.

Таблица 8.4. Постоянные затраты

	НАИМЕНОВАНИЕ	**СУММА В МЕС., руб.**
1	Амортизация основных средств и нематериальных активов	7 800
2	Реклама	5 000
3	Связь и интернет	5 000
4	Аренда	30 000
	Итого:	**47 800 ₽**

Эффективность проекта определяется на основании финансового плана.

Для учета изменения стоимости денег во времени используется дисконтирование денежного потока. Ставка дисконтирования – 9%. С одной стороны, такая ставка обеспечивает приемлемый уровень показателей эффективности, с другой – отражает относительную консервативность проекта при невысоких инвестиционных вложениях.

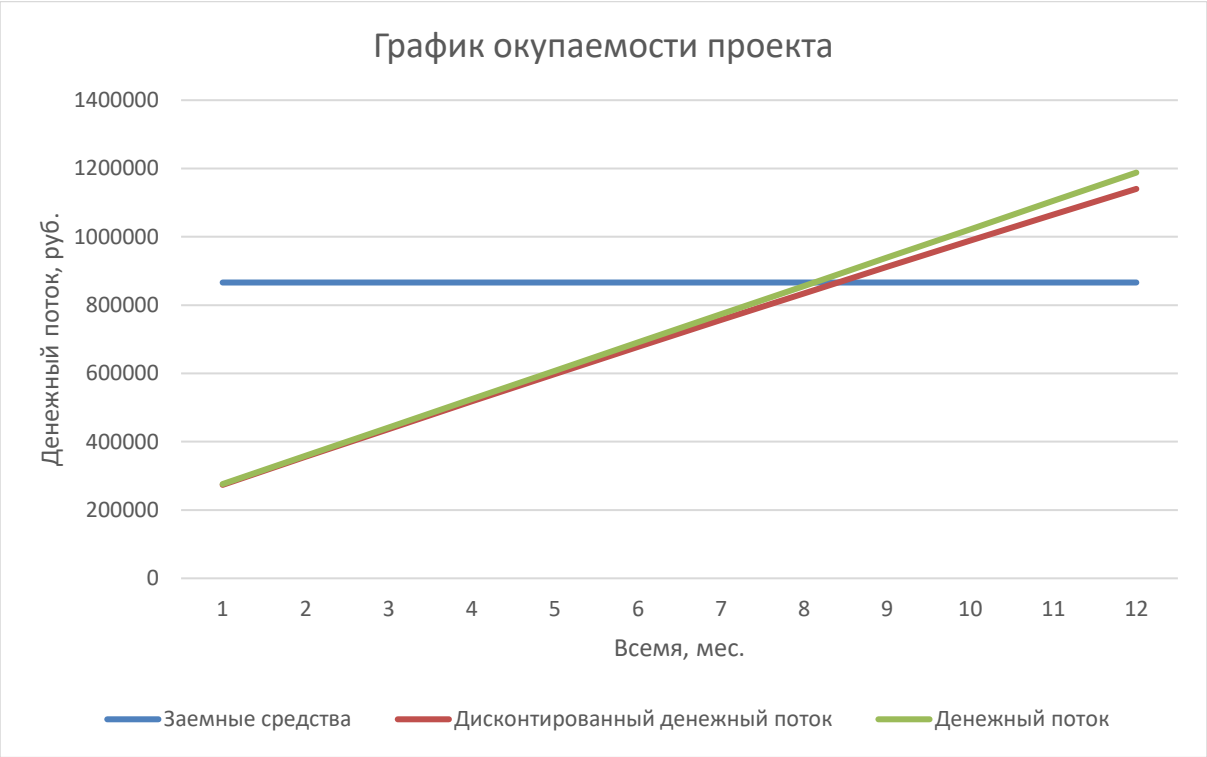


График 8.1. График окупаемости проекта

Расчеты показали высокую эффективность проекта с простым и дисконтированным сроком окупаемости 9 месяцев.

9. Результат и его оценка, выводы

Мы считаем, что справились с поставленной задачей, и в скором будущем планируем и дальше развивать наш проект, готовя его к мелкосерийному производству.

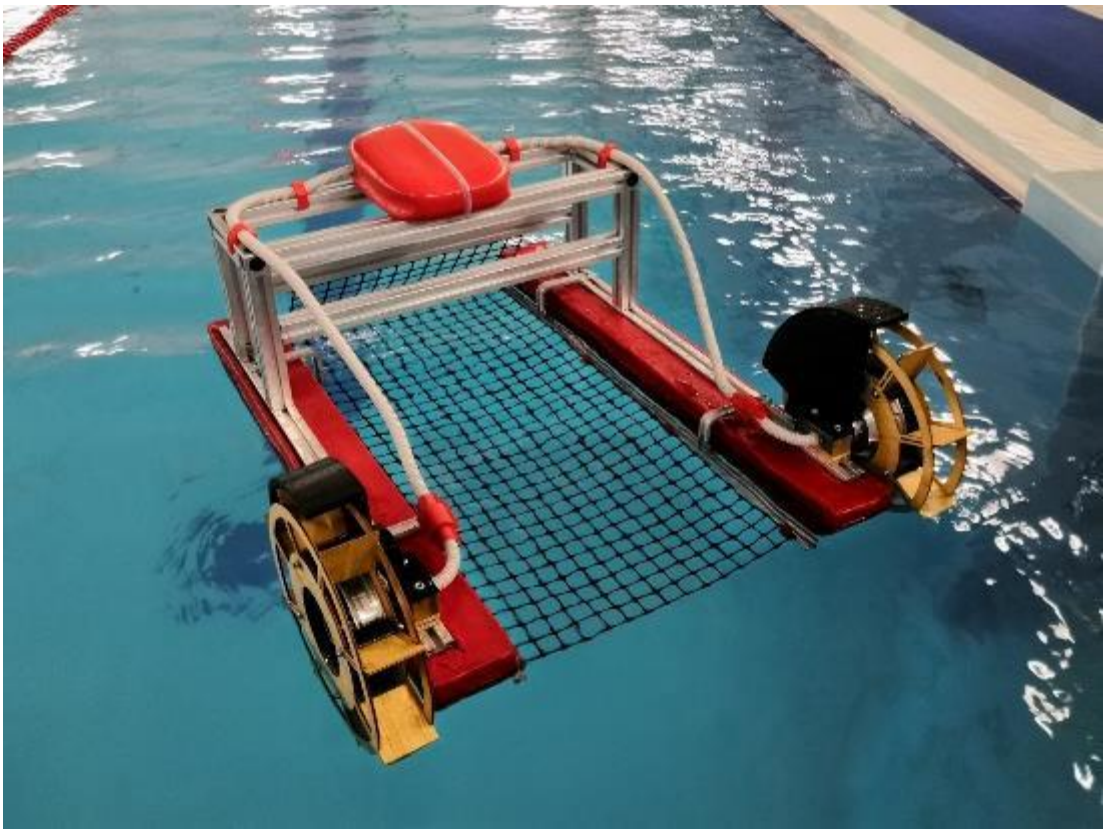


Рис. 6. Итоговый вид устройства

Рис. 7. Рендер устройства

Рис. 8. Рендер устройства

Ссылка на видео первого испытания: https://drive.google.com/file/d/16qlnfL7vjOT6Tw6t31t5gSlObOHCiWkp/view?usp=sharing

Ссылка на видео финального испытания: https://www.youtube.com/watch?v=avt1uVIh2gc

Характеристики полученного устройства:

Наименование	Значение
Габариты (Ш*В*Д в собранном виде):	100см×55см×125см
Габариты (Ш*В*Д в полуразобранном виде для транспортировки):	60см×55см×125см
Габариты (Ш*В*Д в разобранном виде):	40см×40см×125см
Вес:	18кг
Погружение в воду на (без мусора):	15см
Объём мусоросборника:	0.2 $м^3$
Скорость (мин):	0.1м/с
Скорость (макс):	1.5 м/с
Время работы (с Li-Ion аккумулятором 36V/4.4Ah):	4 часа
Время работы пульта управления:	5 часов

Проект актуален, т.к. в наши дни существует много загрязненных прудов и такой катамаран-уборщик будет пользоваться спросом не только в больших мегаполисах, но и в любых местах массового пребывания людей. Данный проект может заинтересовать как обычных людей, которые неравнодушны к сохранению, защите и заботе об окружающей среде, так и спонсоров, которые, вероятно, предрекут этому проекту светлое будущее.

Также, предполагаем, что полученное устройство будет привлекать внимание детей, подростков, что позволит обратить внимание на проблемы экологии и чистоты близлежащих водоемах, а также, быть может, заинтересует некоторых молодых людей заняться инженерным направлением и робототехникой.

10. Список литературы и ссылки на ресурсы

1) Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino: Пер. с нем. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016 – 256 с.: ил. – (Электроника)
2) Белов А.В. Микроконтроллеры AVR: от азов программирования до создания практических устройств. – Изд. 2-е, перераб. и доп. + виртуальный диск с видеоуроками. – СПб.: Наука и Техника, 2017 – 544 с.: ил.
3) Среда разработки, документация по программированию микроконтроллеров Arduino, ESP8266, ESP32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.arduino.cc (дата обращения: 03.01.2019).
4) Arduino – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino (дата обращения: 03.01.2019).
5) Наглядный пример оклейки объекта эпоксидной смолой и стеклотканью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://youtu.be/y6WlRE-nw8Y?t=159 (дата обращения: 03.01.2019).
6) Каталог существующих профилей, крепежей, соединителей и т.д. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.soberizavod.ru/catalog/ - (дата обращения: 03.01.2019).
7) Обучающий канал по Autodesk Fusion 360 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/channel/UCEcwWzCzwKR5G4KWmhnV30Q/videos - (дата обращения: 03.01.2019).
8) Работа микроконтроллеров STM32 с UART [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://istarik.ru/blog/stm32/120.html - (дата обращения: 03.01.2019).
9) Использование платы для гироскутера в DIY-проектах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/NiklasFauth/hoverboard-firmware-hack - (дата обращения: 03.01.2019).
10) Описание технологии ESP-NOW [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.espressif.com/en/products/software/esp-now/overview - (дата обращения: 03.01.2019).
11) Check-in добавления контрольной суммы для управления платой гироскутера по UART [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://git.hacknology.de/psycho/bewegungsappar.at/commit/9dd22957ca8a3c59ab32c39a7de495faa7739ef4 (дата обращения: 03.01.2019).
12) Документация по микроконтроллеру ESP32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.espressif.com/en/support/download/documents (дата обращения: 03.01.2019).
13) Документация по микроконтроллеру ESP8266 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.espressif.com/en/support/download/documents (дата обращения: 03.01.2019).

Приложение 1. Технологическая карта производства

Полный список работ представлен в технологических картах проекта:

Изготовление радиоуправляемого судна

№ п/п	Этап работы	Используемые инструменты, материалы и оборудование	Время выполнения (в часах)
1	Нарезка резьбы М14 по краям отрезанных профилей 40*40мм внутрь профиля на глубину 20,3 мм	Вороток, метчик по металлу М14	0.5
2	Вкручивание винтовой втулки в резьбу (п.1)	Прямошлицевая отвёртка крупного размера, винтовая втулка М14/М8	0.1
3	Сборка нужной конструкции	Внутренние угловые соединители, 3-х сторонние кубические соединители, винты М8х20, шестигранники **4** и **5**	1
4	Нарезка нижней части «лыж» 1185ммх130ммх100мм (2 шт.)	Мини-станок с нагреваемой натянутой вольфрамовой нитью для резки пеноплэкса, лист пеноплэкса 1185х585х100мм, рулетка строительная, карандаш строительный	0.5
5	Нарезка верхней части «лыж» 1185ммх130ммх30мм (2 шт.) с вырезом под конструкционный профиль	Мини-станок с нагреваемой натянутой вольфрамовой нитью для резки пеноплэкса, лист пеноплэкса 1185х585х30мм, рулетка строительная, карандаш строительный	0.5
6	Попарная склейка верхней и нижней частей «лыж»	150г. прозрачной смолы ЭД-20, 75г. отвердителя ЭТАЛ-45М, 2 груза по 5кг (диски от гантель), скотч строительный	0.5
7	Сушка склеивающихся частей	-	24
8	Оклейка стеклотканью	Стеклоткань Т-11, 1000г. прозрачной смолы ЭД-20,	3

	получившейся пары «лыж»	500г. отвердителя ЭТАЛ-45М, скотч строительный	
9	Сушка оклеенных частей	-	48
10	Обработка «лыж»	Шуроповёрт с насадкой-липучкой для наждачной бумаги, наждачная бумага 40 Р	1
11	Покраска «лыж» (1 этап)	Аэрозольная красная краска 340г. с грунтом	0.5
12	Сушка 1го слоя краски	-	12
13	Покраска «лыж» (2 этап)	Аэрозольная красная краска 340г. с грунтом	0.5
14	Сушка 2го слоя краски	-	24
15	3Д печать смоделированных крепежей и корпуса для электроники и держателя гребного колеса	1.5 кг. красного PLA пластика (диаметр нити 1.75мм), 1 кг. чёрного PLA пластика (диаметр нити 1.75мм), 3Д принтер с областью печати 400мм*400мм*600мм (с соплом 0.8мм)	30
16	Распил валов из штанг М6 х 1м и М8 х 1м: • М6*90 (8 шт.) • М8*70 (4 шт.) • М6*18 (4 шт.)	Электрический лобзик с пилками по металлу	1
17	Обработка полученных валов	Напильник ручной	0.5
18	Сборка мотор-колёс	Напечатанные детали чёрного цвета (п.12), валы, М6*90 (8 шт.), контргайки М6 (16 шт.), шайбы с внутренним диаметром 6мм (16 шт.), разводной ключ	2
19	Удлинение силовых и сигнальных проводов, подходящих к мотор-колёсам	Провод медный в оплётке 3.1мм*9м, провод медный в оплётке 1.5мм*15м, паяльная станция, флюс, олово, канифоль сосновая, клещи для снятия изоляции, термоусадочные трубки диаметром 5мм и 7мм	3
20	Сборка всех электрических компонентов	-	0.5

21	Проверка работы электрической схемы	-	0.2
22	Продевание проводов в гофрированную трубу	Гофрированная труба диаметром 15мм, скотч строительный	0.2
23	Подтягивание всех элементов конструкции, проверка на герметичность корпуса с электроникой	Разводной ключ, набор шестигранников	0.5

Изготовление пульта управления

№ п/п	Этап работы	Используемые инструменты, материалы и оборудование	Время выполнения (в часах)
1	Печать корпуса	3Д принтер с областью печати 200мм*200мм*220мм (с соплом 0.8мм), 0.1 кг. черного PLA пластика (диаметр нити 1.75мм), 0.1 кг. белого PLA пластика (диаметр нити 1.75мм)	6
2	Пайка компонентов	Паяльная станция, флюс, олово, канифоль сосновая, клещи для снятия изоляции	2
3	Полная сборка устройства	Шестигранник **2**, винты М3*20мм (4 шт.)	1

Работа, требующая присутствия человека, занимает **18,5** часов, что занимает чуть более 2 рабочих дней. Технологические операции сушки занимают 5 рабочих дней с учетом последовательности операций и могут выполняться параллельно с другими операциями. С учетом этих обстоятельств максимальная производительность при использовании труда одного работника составляет 2 устройства в неделю или 9 устройств в месяц.

Приложение 2. Финансовый план

	Год 1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Инвестиции и оборотные средства	300 000											
Выручка, руб.	250 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Переменные затраты, руб.	98 200	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715
Постоянные затраты, руб.	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800
ФОТ (с отчислениями), руб.	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000
Аннуитетные платежи по кредиту, руб.	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948
Налог УСН 15%	0	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631
Чистая прибыль	-23 948	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Прибыло ДС	250 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Выбыло ДС	273 948	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094
Денежный поток	276 052	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Денежный поток НИ	276 052	358 958	441 865	524 771	607 678	690 584	773 491	856 397	939 304	1 022 210	1 105 117	1 188 023
Ставка дисконтирования (г), %	9%											
Ставка дисконтирования (г-мес), %	0.853%											
Дисконтированный денежный поток	273 697	82 199	81 498	80 803	80 114	79 430	78 753	78 081	77 415	76 755	76 100	75 451
Дисконтированный денежный поток НИ	273 697	355 897	437 395	518 198	598 311	677 742	756 494	834 575	911 990	988 745	1 064 845	1 140 296
Срок окупаемости, мес.	9											
Дисконтированный срок окупаемости, мес.	9											

	Год 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Инвестиции и оборотные средства												
Выручка, руб.	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Переменные затраты, руб.	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715
Постоянные затраты, руб.	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800
ФОТ (с отчислениями), руб.	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000
Аннуитетные платежи по кредиту, руб.	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948
Налог УСН 15%	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631
Чистая прибыль	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Прибыло ДС	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Выбыло ДС	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094
Денежный поток	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Денежный поток НИ	1 270 929	1 353 836	1 436 742	1 519 649	1 602 555	1 685 462	1 768 368	1 851 275	1 934 181	2 017 088	2 099 994	2 182 900
Ставка дисконтирования (г), %												
Ставка дисконтирования (г-мес), %												
Дисконтированный денежный поток	74 807	74 169	73 536	72 909	72 287	71 671	71 059	70 453	69 852	69 256	68 666	68 080
Дисконтированный денежный поток НИ	1 215 103	1 289 272	1 362 809	1 435 718	1 508 005	1 579 676	1 650 735	1 721 188	1 791 040	1 860 297	1 928 962	1 997 042
Срок окупаемости, мес.												
Дисконтированный срок окупаемости, мес.												

	Год 3											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Инвестиции и оборотные средства												
Выручка, руб.	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Переменные затраты, руб.	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715
Постоянные затраты, руб.	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800
ФОТ (с отчислениями), руб.	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000
Аннуитетные платежи по кредиту, руб.	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948
Налог УСН 15%	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631
Чистая прибыль	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Прибыло ДС	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Выбыло ДС	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094
Денежный поток	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Денежный поток НИ	2 265 806	2 348 713	2 431 619	2 514 526	2 597 432	2 680 339	2 763 245	2 846 152	2 929 058	3 011 965	3 094 871	3 177 777
Ставка дисконтирования (г), %												
Ставка дисконтирования (г-мес), %												
Дисконтированный денежный поток	67 499	66 923	66 353	65 787	65 225	64 669	64 117	63 570	63 028	62 491	61 958	61 429
Дисконтированный денежный поток НИ	2 064 541	2 131 464	2 197 817	2 263 604	2 328 829	2 393 498	2 457 615	2 521 186	2 584 214	2 646 704	2 708 662	2 770 091
Срок окупаемости, мес.												
Дисконтированный срок окупаемости, мес.												

	Год 4											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Инвестиции и оборотные средства												
Выручка, руб.	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Переменные затраты, руб.	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715
Постоянные затраты, руб.	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800
ФОТ (с отчислениями), руб.	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000
Аннуитетные платежи по кредиту, руб.	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948
Налог УСН 15%	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631
Чистая прибыль	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Прибыло ДС	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Выбыло ДС	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094
Денежный поток	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Денежный поток НИ	3 260 683	3 343 590	3 426 496	3 509 403	3 592 309	3 675 216	3 758 122	3 841 029	3 923 935	4 006 842	4 089 748	4 172 654
Ставка дисконтирования (г), %												
Ставка дисконтирования (г-мес), %												
Дисконтированный денежный поток	60 905	60 386	59 870	59 360	58 853	58 351	57 854	57 360	56 871	56 386	55 905	55 428
Дисконтированный денежный поток НИ	2 830 996	2 891 382	2 951 252	3 010 612	3 069 465	3 127 816	3 185 670	3 243 030	3 299 901	3 356 287	3 412 192	3 467 619
Срок окупаемости, мес.												
Дисконтированный срок окупаемости, мес.												

	Год 5											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Инвестиции и оборотные средства												
Выручка, руб.	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Переменные затраты, руб.	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715	176 715
Постоянные затраты, руб.	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800	47 800
ФОТ (с отчислениями), руб.	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000	105 000
Аннуитетные платежи по кредиту, руб.	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948	22 948
Налог УСН 15%	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631	14 631
Чистая прибыль	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Прибыло ДС	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000	450 000
Выбыло ДС	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094	367 094
Денежный поток	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906	82 906
Денежный поток НИ	4 255 560	4 338 467	4 421 373	4 504 280	4 587 186	4 670 093	4 752 999	4 835 906	4 918 812	5 001 719	5 084 625	5 167 531
Ставка дисконтирования (г), %												
Ставка дисконтирования (г-мес), %												
Дисконтированный денежный поток	54 955	54 486	54 022	53 561	53 104	52 651	52 202	51 757	51 315	50 877	50 443	50 013
Дисконтированный денежный поток НИ	3 522 574	3 577 060	3 631 082	3 684 643	3 737 747	3 790 398	3 842 599	3 894 356	3 945 671	3 996 548	4 046 992	4 097 005
Срок окупаемости, мес.												
Дисконтированный срок окупаемости, мес.												

Приложение 3. Рецензия на проект

РЕЦЕНЗИЯ

на Инженерно-технический проект

Тема: «Радиоуправляемое судно для очистки водоёмов»,

которую выполнили обучающиеся 10 «Б» класса
Крылов Дмитрий и Юсубов Рамиль.

Данный проект направлен на создание опытного образца радиоуправляемого устройства для сбора мусора с поверхности водоема. Текст работы имеет четкую структуру и состоит из цели, анализа существующих решений, основной части, заключения, списка литературы и приложения.

Работа написана грамотным техническим языком. Оформление работы в целом соответствует предъявленным требованиям.

Во введении учащимися объяснена актуальность работы, проведен анализ существующих решений.

Работа имеет высокую степень актуальности и практической пользы. Проблема экологического вреда от пластиковых отходов является общемировой и затрагивает жизнь каждого человека. Авторы предлагают действительно работающую программу действий по сокращению бытового пластикового мусора, которую возможно реализовать как на уровне отдельно взятого гражданина, так и страны в целом.

Четко сформулирована цель, заострено внимание на постановке конкретных задач. Введение выглядит достаточно содержательным и емким. В результате четкого изложения цели работы в основной части текста проектной документации присутствует логичность, четкость, последовательность. Она подкреплена примерами и наглядными материалами (иллюстрации, диаграммы).

Наличие детального описания создания прототипа, возникших проблем и методов их решения, фото и видеоматериалов показывает заинтересованность авторов проекта в его реализации и самостоятельность выполнения работы.

Ученики провели объемную работу по 3D-моделированию, прототипированию, сборке, наладке и тестированию полученного опытного образца придерживаясь заранее составленного плана. Проанализировали результаты работы над проектом, сформулировали основные выводы.

Список литературы включает разнообразные источники, оформленные в

соответствии с требованиями.

В целом работа заслуживает отличной оценки.

Рекомендации: продолжить работу над проектом с целью применения полученного устройства на практике, устранения недостатков, выявленных при эксплуатации, а также подготовке документации для привлечения инвесторов к мелкосерийному производству. Работу можно рекомендовать к участию в Московском городском конкурсе исследовательских и проектных работ обучающихся и Всероссийском конкурсе научно-технических проектов.

Рецензент: учитель биологии _____

Железняк И.Г.

Старший методист _____

Болтнева Н.Е.

Приложение 4. Отзыв Администрации поселения Сосенское

АДМИНИСТРАЦИЯ
ПОСЕЛЕНИЯ СОСЕНСКОЕ

108814, г. Москва, пос. Сосенское, п. Коммунарка, ул. Александры Монаховой, двлд. 30, стр. 1.
Телефон: (495) 817-89-59 Факс: (495) 817-89-59 E-mail: adm@sosenskoe-omsu.ru
ОКПО 78122572 , ОГРН 1055011349733, ИНН/КПП 5003057029/775101001

27.01.2020г №01-25-02/20
На № от

Крылову Д.О.
Юсубову Р.Э.
Olegk1974@gmail.ru

Уважаемые Дмитрий и Рамиль!

Рассмотрев Вашу совместную разработку «Радиоуправляемое судно для очистки водоемов» искренне порадовалась, что тема экологии волнует молодое поколение и есть стремление сделать жизнь лучше и экологию чище, в наше время это действительна очень важный момент как для всего человечества, так и для каждого человека в отдельности и, несомненно, данная разработка представляет определенный интерес в вопросе очистки водоемов поселения.

Оценку возможностей предлагаемого устройства в теории определить сложно, в связи с чем, предлагаю Вам с наступлением теплого времени года, организовать демонстрацию «работы» на каком-либо из водоемов поселения Сосенское, возможно кого-то заинтересует Ваша работа.

Рецензию на данную разработку выдать не можем, т. к. не имеем в своем составе специалистов должной квалификации в этом направлении.

Закупкой подобного оборудования тоже не занимаемся, так как администрация поселения является органом местного самоуправления и самостоятельно работы, в том числе по очистке глади прудов, не проводит.

В заключение хочу пожелать Вам успехов при участии Ваших работ в различных конкурсах и конференциях. Дерзайте и побеждайте!

Глава администрации
поселения Сосенское **Т.Ю. Тараканова**

Администрация поселения Сосенское ОГРН 1055011349733 * МОСКВА *

С.Н. Стародубцева
8-916-455-60-96