

Научно-исследовательская работа

Экология

Проект «Горизонт» Система очистки океана от пластика

Выполнил:

Афанасович Федор Александрович

Учащийся 4 класса

МАУДО «ДПШ» им Крупкой г. Челябинска,

Россия, г. Челябинск

Руководитель:

Папулова Наталика

Владимировна, педагог дополнительного

образования, высшей категории, МАУДО

«ДПШ» им Крупкой г. Челябинска, Россия,

г. Челябинск

Введение

Удобная, легкая, дешевая, долговечная - пластиковая упаковка покорила мир! С 1950 по 2018 годы произведено 6.3 миллиардов тонн пластика. Переработано около 8%, а сожжено — 12%. 80% произведенного за 68 лет пластика неизбежно попало в окружающую среду. Из пластика в мировом океане образовались целые континенты. Их площадь соизмерима с площадью США, Франции. Вы, наверное, слышали про Большое Тихоокеанское мусорное пятно размером около 700 000 км², и это - скопление пластика.

Большинство стран признают - пластик в мировом океане наносит колоссальный вред экосистеме - канцерогенные и ядовитые вещества попадают в почву, воду и воздух, вредят человеку и животным. Более 90% видов морских птиц уже питаются пластиком. Вымирают целые виды. В 2016-м на Всемирном экономическом форуме был представлен доклад, по данным которого, к 2050 году количество пластика в Мировом океане превысит количество рыбы. В отчете Еврокомиссии подчеркнуто, что пластик составляет около 80 % всего морского мусора. **Это очень актуальная проблема.**

Автор заинтересовался – как решается вопрос пластикового загрязнения сегодня? Можно ли сделать генеральную уборку в океане? Создать систему очистки океана от пластика, использовать автономные источники энергии, при этом не наносить ущерб океанической экосистеме? **Цель работы** - создание модели устройства для очистки океана от пластика.

Объект исследования – системы очистки океана от пластика. **Предмет исследования:** модель "Горизонт" – устройство для сбора пластика в океане. **Гипотеза** – создать модель для сборки пластика в океане возможно. Для достижения цели работы поставлены следующие **задачи:** - изучить существующие проекты по очистке океана от пластика, новые технологии и перспективные разработки в данной области, выявить существующие проблемы; - разработать концепцию системы очистки океана от пластикового мусора и смоделировать плавучий агрегат для сбора пластикового мусора в океане; - собрать рабочую модель «Горизонт»; - провести испытания модели путем проведения серии опытов и экспериментов с приоритетом бережного отношения к природе; - оценить эффективность и перспективы применения Модели для очистки океана от пластика. **Методы исследования:** изучение и теоретический анализ литературы, фото- и видеоматериалов, интернет-ресурсов, практические опыты и

наблюдение, проектирование и моделирование, изучение и анализ причинно-следственных связей.

1 Пластик повсюду

1.1 Пластиковое загрязнение Земли

Первая пластическая масса была получена английским металлургом и изобретателем Александром Парксом в 1855 году [1]. С 1955 года в мире было произведено около 8 млрд т пластика, что почти в 30 раз больше массы всего взрослого населения планеты. Сегодня проще выкинуть испорченную вещь, чем чинить ее или использовать повторно. В природе нет таких микроорганизмов, которые бы переработали пластмассу за короткое время. Нужно от 100 до 1000 лет [2]. Пластиковое загрязнение, так же как и пластик прочно вошли в нашу жизнь. Распространение пластикового загрязнения напрямую связано с невысокой ценой и долговечностью пластмасс, что определяет высокий уровень их использования человеком. **Пластиковое загрязнение** – процесс накопления продуктов из пластмасс в окружающей среде. Пластиковое загрязнение отрицательно влияет на дикую природу, среду обитания диких животных и людей, на земную поверхность, водные пути и океаны [3].

1.2 Мусорные пластиковые пятна в океане

Пластиковое загрязнение привело к образованию в океанах больших мусорных пятен. Мусорные пятна были предсказаны в 1985-1988 годах. Каждый год в океан попадают около 5 миллионов тысяч килограмм мусора. Львиную долю – 80% мусора выносят реки из глубин цивилизованного мира. 20% - наводнения, пляжи, судоходство. В настоящее время в океане скопилось более 100 миллионов тысяч килограмм мусора, чье появление связано с человеком.

Согласно данным ООН, 70% пластика опускается на океаническое дно, приблизительно 15% вымывается на побережье и еще 15% плавает на поверхности воды, по большей части пластик [4]. В Тихом океане находятся два мусорных пятна, в Атлантике – тоже два, одно в Индийском океане (Приложение А, Карта мусорных пятен в океанах). Мусорный остров, или уже скорее материк – это результат океанических течений. Последние закручивают его в собственные водовороты, и мусор планирует в пяти огромных территориях – так называемых «мусорных пятнах». Преимущественно они состоят из пластика. Чтобы понять, что случилось с Тихим

океаном, взять банку, зачерпнуть воды. Ученые называют эту взвесь – пластиковый суп (Приложение А, Пластиковый суп).

Считается, что новое Шестое мусорное пятно зарождается в Баренцевом и Карском морях. Ликвидировать их не получается - это дорого и темпы поступления мусора в природу высоки. Так же дрейфующий пластик не подлежит качественной переработке, поскольку длительное время находится в природе под воздействием солнечной радиации.

1.3 Микропластик

Впервые термин «микропластик» прозвучал 15 лет назад из уст профессора Ричарда Томпсона. Особые приметы: размер — до 5 мм в диаметре, не разлагается, легко уносится течением. В 2017 году Международный союз охраны природы признал частицы пластика главным загрязнителем океана.

Откуда берется микропластик? Номер один по производству этих частиц, по словам эколога, — автомобильные шины. Далее - гранулы в кремах, скрабах, частички синтетических полимеров в зубных пастах, моющих средствах, стиральных порошках. Одежда – при стирке из свитеров, платьев из акрила, полиэстера, флиса отделяются волокна микропластика.

«Каждая бутылка – небольшая фабрика по производству микропластика, а сколько таких бутылок в мире сейчас? Порядка 8 млрд т пластика, которые плавают в окружающей среде, трутся друг о друга, камни, скалы, песок — всё это из крупного пластика крошится» – говорит эксперт Greenpeace в России Алексей Киселев. Так же под солнечным светом пластик распадается на мелкие частицы — это называется фотодеградация. Практически все пробы морской соли содержат в себе частицы микропластика[5].

1.4 Биоразлагаемый пластик – миф или реальность?

В «черный список» попал также и «биоразлагаемый» пластик, который под воздействием кислорода способен разлагаться на микрочастицы. Европейская комиссия пришла к выводу, что его экологичность – это миф. То, что мы перестаем его видеть, не означает, что он не наносит вреда природе. Океанический мусор состоит на 80% именно из таких отходов – мелкий пластик, который не всегда виден невооруженным глазом. Биоразлагаемый пластик – это источник еще один источник микропластика [6].

1.5 В чем же вред? Кто страдает от пластика?



Сегодня загрязнение Земли пластиком превысило самые плохие ожидания ученых. В 1988 году Обществом Пластмассовой Промышленности разработана маркировка для всех видов пластика. Не весь пластик одинаков. Есть токсичные виды пластика. Есть виды пластика, которые не перерабатываются. В России Коды 3 и 7 не принимаются и не перерабатываются. Существование пластиковых частиц может длиться сотни лет. Они были обнаружены на 88% поверхности океана, судя по пробам, собранным в ходе экспедиции Malaspina (Национальный исследовательский совет Испании) 2010 года", — объясняет исследователь Андрес Козар. И рыбы, и птицы принимают пластик за еду, их желудок забит пластиком вместо обычной еды (Приложение Б, Гибель животных от пластика в мировом океане).

Для животных, дышащих кислородом в воздухе, запутаться в мусоре, рыболовецких сетях под водой равнозначно смерти от удушья.

Но сам по себе пластик — просто углеводород, природный элемент[7]. Пластиковый мусор становится токсичнее при добавлении красителей, пластификаторов, которые тоже вредны.

Несколько фактов. Более 90% видов морских птиц уже питаются пластиком. В Норвегии из желудка кита извлекли 38 килограмм пластика. Это самое большое количество мусора, когда-либо найденное внутри кита. Та же проблема настигла морских черепах. Австралийские ученые исследовали 19 черепах – в каждом желудке обнаружен пластик.

Биологи из Университета Виктории в Канаде выяснили (исследования 2019 года), что ежегодно люди в среднем вдыхают, выпивают или проглатывают более 75 тысяч микрочастиц пластика. Токсичные частицы попадают в организм вместе с пищей и водой.

Не все организмы погибают от пластика. В Тихом океане клопы-водомерки откладывают яйца в пластиковых бутылочках. Экологи понимают - экстренное размножение этих насекомых приведёт к росту популяции и тех, кто их ест. Далее нарушится природный баланс [8].

Выводы. Пластиковый мусор и микропластик убивает морские организмы. Микропластик содержится в теле животных, человека, т.к. попадет в пищевую цепочку животных и человека. Пластиковое загрязнение нарушает природное равновесие среди биологических видов. Исследования подтверждают глобальное загрязнение микропластиком биосферы Земли.

1.6 Борьба человечества с пластиковым загрязнением

В 2015 году в мире было произведено порядка 7 млрд тонн пластикового мусора, 10% из которого было переработано, 10% — сожжено а 80% до сих пор на свалках. Согласно выявленной статистике переработка пластика – не поможет. Необходимо сокращать потребление пластика! **К антипластиковой кампании уже присоединились 40 государств.** Данные государственные меры изучены, систематизированы, оформлены в таблиц, но к сожалению формат данной статьи не позволяет привести все данные.

Вывод. Ни одна страна не финансирует проекты по уборке пластикового мусора в океане. Борьба с пластиковым загрязнением – это сокращение его потребления и производства, раздельный сбор мусора, переработка пластика и проведение генеральной уборки пластика на планете.

2 Высокая наука. Современные проекты по очистке океанов от пластика

Основной источник попадания пластикового мусора в океаны – это реки (80%). Проанализируем основные способы очистки океана от мусора [9].

2.1. В городе Квинана в Австралии, испытали систему очистки ливневых канализаций. Сети были установлены в марте в стоках, чтобы уменьшить количество отходов, попадаемых в реки. Этот способ сбора мусора был успешным, поскольку одна сеть способна задержать около полутонны мусора за 6 месяцев.

2.2 Проект Ocean Cleanup (Оушен Клинап, Приложение В). Проект основан Бояном Слатом — молодым нидерландским изобретателем, предпринимателем в 2012 году. Это технология для извлечения пластикового мусора из океанов. Согласно проекту, в океане установили большие U-образные «плавучие ловушки» — «поплавки», которые действуют, как передвижная береговая линия. Перемещается по океану естественным образом, под действием течения и ветра оказывается именно там, куда волны и ветер приносят наибольшее количество мусора! Барьер (плавучая труба длиной 600 метров с сетью внизу, длина сети 3 м), удерживаемый якорями, двигается в океане медленнее, чем мусор, и пластик скапливается в «ловушках». Мусор планируют доставлять на берег специально присланным судном и перерабатывать. В действительности первая попытка запуска оказалась неудачной из-за высокой скорости движения ловушки .

2.3 The Interceptor. Это система сбора мусора из 1000 рек по всему миру. Состоит из заградительного барьера на реке, транспортной ленте и судна для складирования мусора. Барьер устанавливается на часть реки для сохранения судоходности. Это еще один проект Бояна Слата, стартовал в 2019 году (Приложение Г).

2.4.Проект Seabin (СиБин). Автоматическая мусорная корзина для сбора пластика, бумаги с поверхности воды. Это ведро со съемной сеткой, которое прикрепляется к плавучей платформе, понтону и погружается в воду, т.к. необходимо место для установки насоса. Бак всасывает воду, вместе со всем плавающим в ней мусором. Вода выходит очищенной, а мусор остается в съемном мешке. Seabin может работать от 12-вольтового водяного насоса на альтернативных источниках энергии. Устройство может обслуживать 1 человек. За день собирается около 1,5 кг мусора, за год 1,5тн отходов, в т.ч. микропластик! Аппарат используется в Австралии, ОАЭ, Франции многих других странах (Приложение Г).

2.5.Проект плавучей баржи «M.V. Recyclone barge». Разработчик Джеймс Дайсон. Использует систему вакуумного всасывания для очистки рек и водоёмов. Мусор захватывается сетью, а затем затягивается внутрь для дальнейшей обработки. Не пригоден для очистки океанов (Приложение Д).

2.6.Проект WasteShark или Робот-акула. Разработан в Нидерландах в 2016 году. Автоматический плавательный аппарат может курсировать по заданной акватории и собирать в контейнер до 60 кг отходов. После заполнения контейнера робот возвращается на берег, контейнер освобождается, и Акула снова отправляется на «охоту». Заряда батареи хватает на 8 часов. 1 кг мусора – за 1 минуту. Используется в океанах и прибрежных зонах. Минус проекта в том, что Акула не сортирует, а только захватывает мусор (Приложение Д).

2.7.Плавучий небоскреб. Американский архитектор Хунлинь Ли разработал проект плавучего небоскреба. Небоскреб использует насосы для перекачки мусора и загрязненной воды в верхнюю часть здания, а затем фильтрует ее и выбрасывает в океан. Здесь мусор сортируется и частично перерабатывается. К сожалению, пока это только проект сбора мусора, переработка пластика и проведение генеральной уборки пластика на планете (Приложение Д).

Выявлены основные проблемы всех проектов по очистке океана

1. Установки собирают один вид пластика – или тот, который движется быстрее установки, или тот, который движется медленнее установки. В любом случае, один из видов пластика не собирается.
2. Установки имеют одно направление - сбор мусора возможен только одной стороной установки.
3. Наличие насосов и транспортерных лент – увеличивает энергопотребление и вероятность поломок.
4. Не существует системы подъёма пластика со дна океана – сегодня это технически невозможно.

3 Проект «Горизонт». Установка для сбора пластикового мусора в океане

3.1 Моделирование среды, в которой будет работать установка «Горизонт»

Какой мусор мы хотим собирать? Наша цель – собирать весь мусор, который находится на пути установки – и плавающий на поверхности, и в толще воды. Для этого нам нужно понять – как движется мусор, от чего зависит скорость его движения.

Для этого проведем **Опыт 1**.

Цель – оценить скорость и направление движения мусора в воде под действием течения и ветра. **Используемые материалы:** ванна, подводный компрессор, фен, пластиковые бутылки с воздухом, пластиковые емкости с водой, целлофан.

Описание опыта. В ванну с водой опускаем различные виды пластикового мусора. Включаем компрессор для имитации течения. Включаем фен для имитации ветра.

Наблюдения. Без ветра и течения пластиковый мусор неподвижен. При наличии течения весь пластиковый мусор движется по течению. При наличии ветра (включении фена) пластиковый мусор на поверхности движется значительно быстрее, мусор в воде не меняет скорость движения. Чем крупнее мусор на поверхности, тем выше скорость его движения.

Выводы. При создании установки нужно учесть, что мусор движется в воде с разной скоростью. Мусор на поверхности обладает парусностью. Чем больше парусность, тем быстрее движется мусор.

Важно. Установка так же будет двигаться со скоростью течения (если нет двигателей) и ее скорость будет увеличиваться в зависимости от скорости ветра и парусности самой установки.

Скорость движения очистной установки должна быть отличной от скорости движения всех видов мусора! Иначе собрать ничего не получится!

3.2 Требования к модели

1. Мы хотим собирать мусор, который плавает по воде и в толще воды с разной скоростью. Здесь нужна ИДЕЯ!
2. Устойчивость на воде. Нужен киль.
3. Энергетическая автономность. Используем солнечные батареи.
4. Модель должна иметь маневровые двигатели для ориентации установки в пространстве.
5. Самостоятельное движение, без двигателей – только по течению и в направлении движения ветра – это увеличит шансы собрать больше мусора, т.к. именно таким маршрутом по течению и в направлении ветра перемещается мусор.
6. Модель должна аккумулировать собранный мусор. Иметь место для слива воды после измельчения и упаковки мусора.
7. Система фильтрации – проточная. Без насосов!
8. Модель не требует присутствия человека на платформе. Управляется дистанционно.
9. Регулируемая осадка – зависит от веса мусора на платформе. Устанавливаем кингстоны. Датчики уровня погружения.
10. Проблесковые маяки – безопасность для других водных транспортных средств.
11. Систему отпугивания морских обитателей – вибрация, цвет, звук.
12. Площадь установки должна быть достаточной для размещения мусора и солнечных батарей
13. Регулируемая парусность. Установка выдвигаемых конструкций для контроля скорости движения платформы.
13. Система защиты от очень крупного мусора (бревна, обломки лодок и тд).
14. Переработка пластика на платформе не проводится – очень большой риск утечки мусора и вредных веществ в океан.

3.3 Основные идеи проекта «Горизонт»

Сбор мусора на поверхности океана с использованием энергии ветра, воды и солнца. Установка должна в автоматическом режиме собирать и упаковывать мусор. Наша цель -

мусор плавающий по поверхности и мусор заглубленный на 3-5 метров в воде. Идея – прокачивать через установку морскую воду и отфильтровывать частицы размерами 5мм – 50 см, также улавливать плывущий по поверхности мусор.

Установка выполнена в виде лабиринта, через который свободно проходит вода, но задерживается мусор. Ветер двигает установку, заставляя воду набираться в носовой бункер-уловитель. Установка как бульдозер проходит сквозь воду и как сито отлавливает мусор. Второй уловитель на корме, он задерживает весь плывущий быстрее установки пластиковый мусор, здесь принцип схожий с пылесосом – мусор, свободно плавающий по океану, неизбежно догоняет нашу установку. Это происходит потому, что скорость мусора плавающего на поверхности значительно превысит скорость нашей установки. В кормовом бункере-уловителе вода свободно возвращается в океан, а мусор остается.

ОСНОВНАЯ ИДЕЯ – наша установка движется достаточно быстро, чтобы собрать мусор перед собой в толще океана, и достаточно медленно, чтобы ее догнал плывущий по поверхности мусор. Установка двусторонняя – она собирает мусор и кормой и передней частью платформы. (Основная идея сбора мусора, Приложение Е).

Для поддержания курса используются рулевые двигатели – они питаются энергией солнца и управляются как в ручном, так и в автоматическом режиме. Имея навигатор и датчик направления ветра, мы сможем задать нужное направление движения установки. Это поможет избежать торговых путей и встречи с водным транспортом. Эффективность работы установки зависит от совпадения курса установки и направления ветра. Если они совпадают, то КПД стремится к 100%.

3.4 Конструирование и сборка Проекта «Горизонт»

Чертеж – строим пространственную модель, затем разбиваем на основные узлы и после на отдельные плоские фигуры (Приложение Ж). **Конструктив** – катамаран с килем. Модель собирает мусор в воде, значит она заглублена. Для наглядности модель прозрачна. Две рабочих части – нос для сбора в толще воды и корма для сбора поверхностного мусора. Соответственно два конусообразных уловителя и отсеки для сбора мусора. Устройство должно обладать парусностью для движения под действием ветра (Модель «Горизонт» с указанием основных конструктивных частей, Приложение И).

Для сборки модели нам потребуется – прозрачный пластик, сетка, плавучий материал.

Основные части – уловители на носу и корме, два отсека для отфильтрованного мусора, бакены для избыточной плавучести (2/3 под водой), источник ветра – фен, бассейн максимальной длины.

Процесс сборки – по чертежам выпиливаем детали из пластика и тщательно склеиваем (Процесс сборки. Приложение К). Установка должна находиться на воде строго горизонтально и для этого проводится балансировка и испытаниями плавучести в горизонтальном положении на воде.

Конструирование проводилось в 3 этапа. На каждом этапе собиралась модель. Было собрано 3 модели. Проводились испытания. Первые две модели обладали существенными недостатками и были неэффективны. Первая модель не собирала мусор, плывущий быстрее платформы, т.к. не было системы кормового сбора. Вторая модель со сплошным носовым уловителем отталкивала большую часть мусора, поэтому заменили материал носа на сеть. Так же подвергся изменению приемный бункер – скорость оттока воды не отвечала требованиям работы установки. **Теперь наружные стенки бункера так же выполнены из сетки.**

Только третья модель после доработки конструктивных деталей и частичной замены материала эффективно выполняла поставленную задачу – сбор мусора на поверхности и в толще воды.

Процесс сборки, испытаний, сравнительные характеристики фиксировались в Протоколах испытаний.

3.5 Описание установки для сбора мусора в океане «Горизонт»

Установка выполнена в виде квадрата со стороной около 50 метров.

В приемном бункере работает измельчитель - для уменьшения объема мусора. После измельчения мусор попадает на склад хранения – 4 бункера по углам установки. Здесь возможны варианты – или мы фасуем мусор по мешкам 20-30 кг или засыпаем в контейнеры по 3-5 тонн. Все зависит от способа разгрузки платформы. Размеры складов под пластик составят примерно 2500 м², если делать высоту 2 метра, то общий объем составит 5000 м³. Предположим что половина - это воздух, значит, остается 2500м³ пластика, а это от 2000 до 4500 тонн.

Осадка. Улавливая пластик из океана и складывая его, мы нагружаем нашу установку. Утонуть она не должна. Чтобы этого не произошло, нужно сделать осадку регулируемой, как

на подводных лодках. Нагружаем установку пластиком и одновременно выкачиваем воду из специальных резервуаров – кингстонов. Так мы будем всегда на плаву. Так же датчики осадки нашего судна покажут, что склад полон и мы сможем направить к нему корабль для выемки пластика.

Важно - морские обитатели не попали в нашу установку! Для этого мы используем вибрации. Именно на вибрацию сильнее всего реагируют морские обитатели. Так же яркую расцветку приемного бункера, например, желто-черную и звук (включаем сирену). Так же важно чтобы нашу установку было видно и ночью, для этого на нее устанавливаем проблесковые маячки. По пути следования нам будут попадаться деревья, бревна и ветки. Чтобы это не попадало и не засоряло наш приемный бункер, мы установили решетку с ячейей в 50 см. Нет задачи вылавливать крупный мусор, поэтому наша установка с определенной периодичностью будет освобождаться от такого мусора, выполняя маневр двигателями – задний ход, право руля и далее по заложенному оператором, маршруту следования.

Основное отличие нашей установки от всех остальных – Установка двусторонняя – она собирает мусор и кормой и передней частью платформы. Это очень эффективно! Установка движется по океану естественным образом, под действием течения и ветра оказывается именно там, куда волны и ветер приносят наибольшее количество мусора. Это так же повышает нашу эффективность!

Заключение

Выявлено, пластиковое загрязнение мирового океана имеет масштабы планетарного бедствия. Государственных проектов по очистке мирового океана от пластика нет. Усилия государств направлены на снижение уровня производства, потребления пластика. Частные компании внедряют инновационные разработки в этой области. Их мало. Самая перспективное направление – сбор пластика в устьях рек. Это основной источник мусора в океане.

Цель работы достигнута. Задачи решены. Гипотеза о возможности создания установки океана от пластикового мусора подтверждена. В результате проделанной работы собрана действующая модель платформы для сбора пластика в океане. В ходе разработки модели было собрано несколько прототипов, и только последний оказался рабочим. Данная установка может использоваться не только в океане, но и в реках и устьях рек, где находятся основные

источники пластикового загрязнения мировых вод. Разработку можно отнести к инновационной, т.к. в ходе исследования описания аналогичных конструкций встречено не было.

В ходе работы были сделаны выводы о том, что очистка мирового океана от пластика – это только часть решения проблемы пластикового загрязнения.

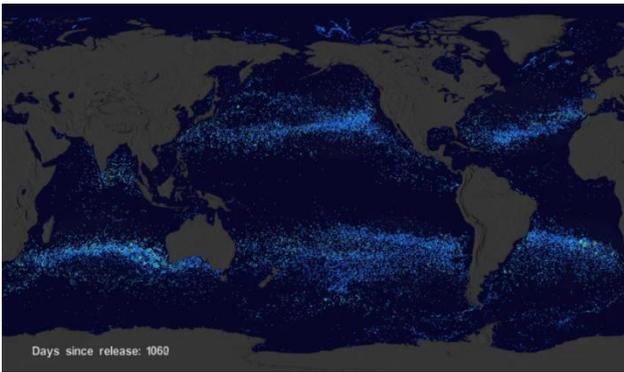
Исследование стало для меня шоком – я даже не мог представить, что ученые всего мира подтверждают, пластик уже находится внутри нас. Это самая актуальное исследование из всех, которыми я занимался ранее.

Список литературы

1. Журнал «Топ-персонал», 2выпуск, 22016г., tp@top-pesonal.ru
2. «Разложение пластика», статья, 2016г, <https://www.simplexnn.ru/newspolymer2>
3. Пластиковое загрязнение. Свободная энциклопедия <https://ru.wikipedia.org>
4. Кацура А.В. Отарашвили З.А. Экологический вызов: выживет ли человечество. – М.: МЗ Пресс, 2005. – 80 с.
5. Садовникова Л.К. Биосфера: загрязнение, деградация, охрана: Краткий толковый словарь. – М.: Высшая школа, 2007. – 125 с.
6. Розанов Л.Л. Геоэкология. – М.: Вентана-Граф, 2015. – 320 с.
7. Занимательная книга знаний в вопросах и ответах / пер. с англ. М. Беньковская и другие. – М.: МАХАОН, 2012.- 160 с.
8. Камерилова Г.С. Экология ОКЕАНА. – М.: Дрофа, 2017. – 287с
9. Современные технологии очистки океана от пластика. Научные разработки. 2019г. <https://geocenter.info/video/sovremennye-tehnologii-ochistki-okeana-ot-plastika>
10. Универсальная иллюстрированная энциклопедия почемучек и оттогочек: для очень любознательных детей / (Кейт Вудвард и другие) / пер. с англ. И. Алчева и другие. – М.: Астрель, 2012. – 110 с.

Приложения

Карта мусорных пятен. Пластиковый суп, Приложение А



Гибель животных от пластика. Пластик – как пища. Приложение Б



Проект «Ocean Cleanup», Приложение В



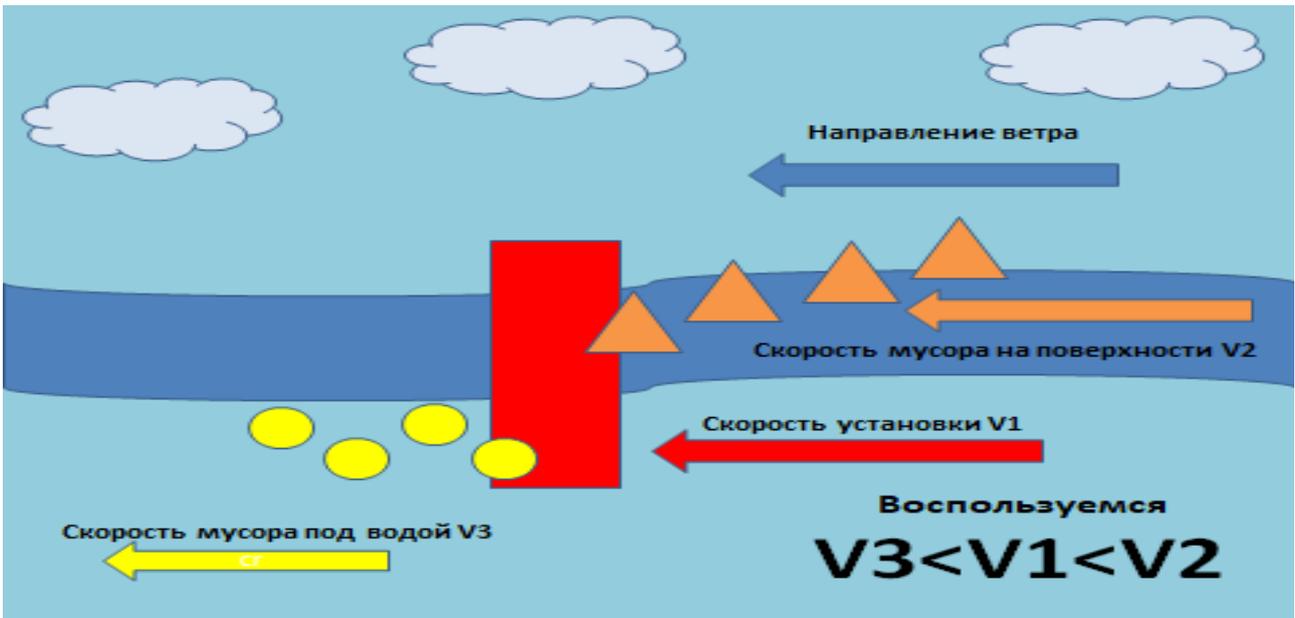
The Interceptor, Плавающая мусорная корзина, Приложение Г



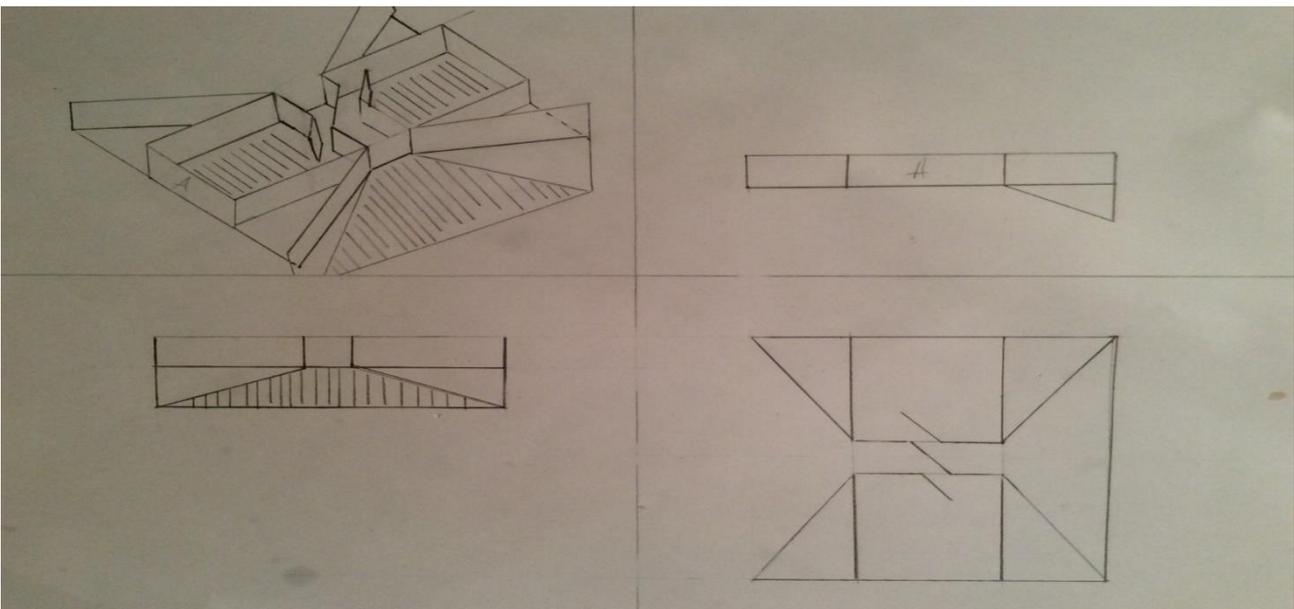
Плавающая Баржа, Робот –Акула, Плавающий небоскреб, Приложение Д



Основная идея сбора мусора, Приложение Е



Чертеж модели «Горизонт», Приложение Ж



Проект «Горизонт» с указанием конструктивных частей, Приложение И

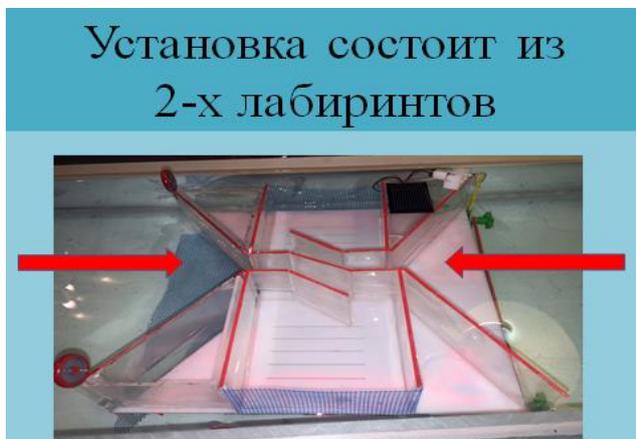
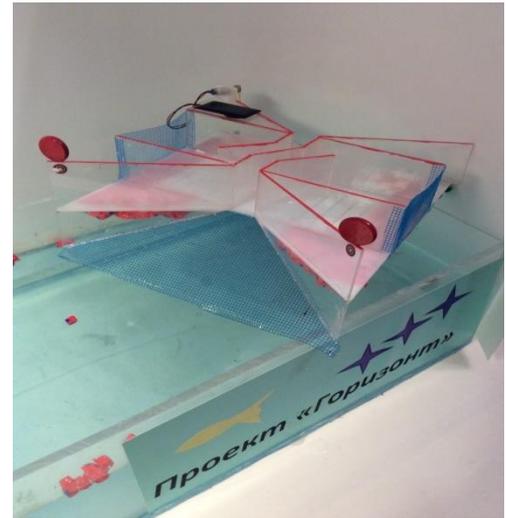
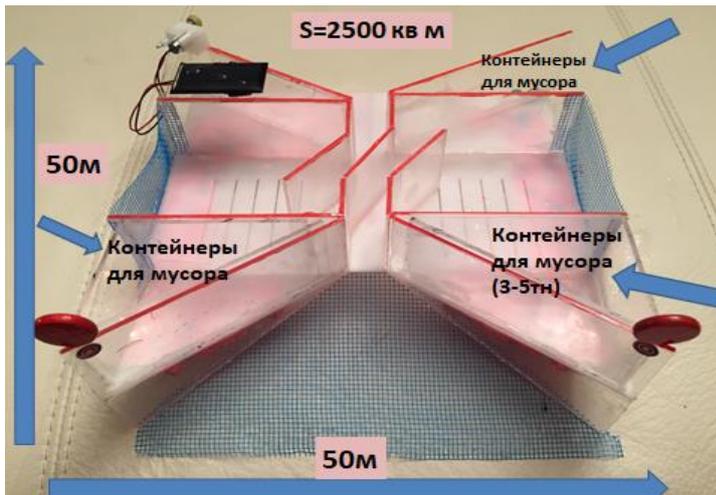


Фото испытаний на воде проекта «Горизонт». Приложение К

