

Всероссийский форум научной молодежи
«Шаг в будущее»



**ТЕЛЕУПРАВЛЯЕМЫЙ
НЕОБИТАЕМЫЙ ПОДВОДНЫЙ
АППАРАТ К-2**

Исполнитель: Уколов К.К., учащийся МБОУ СОШ №3,
МАОУ ДОД «ЦДОД «Эрудит» 11 класс
Руководитель: Фоменко Владимир Александрович,
кандидат технических наук, заведующий отделом
сейсмогеодинамики ГНЦ ФГУПП «Южморгеология»

Цель работы:

Собрать рабочий макет необитаемого подводного (НПА) аппарата К-2 и произвести его испытание.

Задачи:

- 1. По литературным источникам изучить и обобщить информацию о имеющихся телеуправляемых необитаемых подводных аппаратах (ТНПА).*
- 2. Произвести соответствующие опыты.*
- 3. Собрать из подручных материалов рабочий макет ТНПА К-2.*
- 4. Отрегулировать плавучесть аппарата.*
- 5. Испытать НПА К-2.*

Актуальность работы:

В настоящее время для работы на мелководье в акватории Черного моря не существует необитаемого подводного аппарата, имеющего простое конструктивное и материальное воплощение.

Созданный телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА К-2) доступен практически каждому, желающему заниматься исследованием мелководья моря, и может быть использован в работе различных служб (МЧС, Полиции, Рыбинспекции и др.)

Новизна работы:

Новизна работы заключается в предложенной в ходе исследований усовершенствованной рабочей модели ТНПА К-2, собранной из подручных материалов и доступной каждому желающему заниматься исследованиями на мелководье.

За последние 30 лет в различных странах, занимающих ведущее положение в области морских технологий, было создано свыше 9 тыс. самоходных необитаемых подводных аппаратов (НПА) для решения широкого круга задач.

Эти аппараты уже продемонстрировали свою эффективность при выполнении аварийно-спасательных, обзорно-поисковых, научно-исследовательских и других видов работ.

НПА – одна из наиболее важных и быстро прогрессирующих областей микроробототехники.

Динамика развития этого направления во многом обусловлена современными электронными технологиями.

Основные достоинства беспилотных или необитаемых подводных аппаратов:

- ▶ отсутствие на борту оператора, что обеспечивает оператору безопасность, нет необходимости присутствовать лично в зонах повышенного риска;
- ▶ возможность максимально миниатюризировать все размеры аппаратов, ввиду отсутствия жизненного пространства для операторов;
- ▶ разработка и изготовление не требует больших НИИ, мастерских или заводов;
- ▶ возможность трансформации конструкции и легкое переоборудование под установку датчиков и аппаратуры в зависимости от решаемых задач;
- ▶ возможность использовать технологии «стаи» - океанографические, геофизические и др. работы;
- ▶ использование для меньших глубин, вплоть до берега.

В г. Геленджике сложилась исторически благоприятная ситуация по развитию направления разработки и создания коммерческих вариантов БНА и БПА для применения пока в мелком море.

Научные организации:

- ▶ Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам ГНЦ «Южморгеология»,
- ▶ Южное отделение Института океанологии имени П. П. Ширшова РАН;
- ▶ Геленджикское отделение - Севморнефтегеофизика-Юг;
- ▶ Геленджикский центр климатических испытаний им. Г.В. Акимова — филиал ФГУП ВИАМ «Всероссийский институт авиационных материалов».

Sea Perch

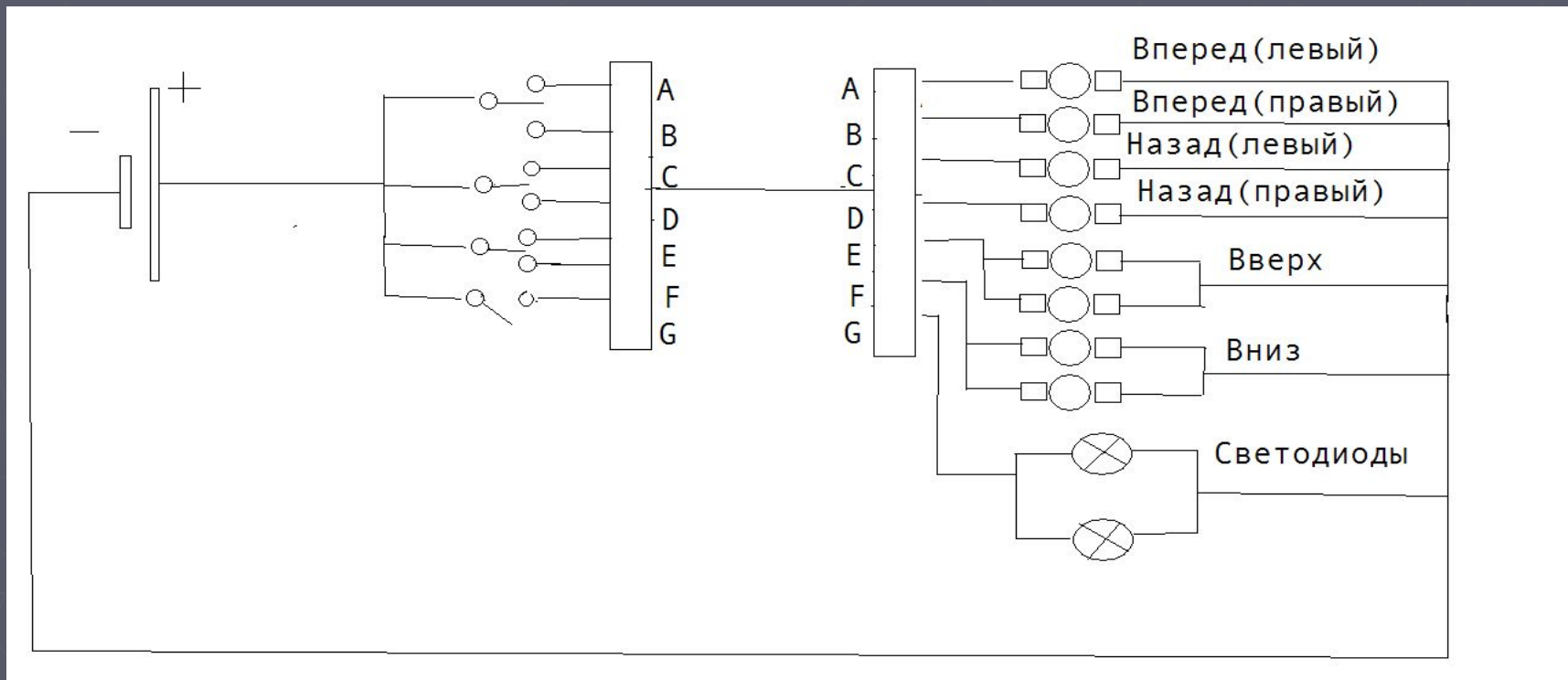
- ▶ Sea Perch – американская программа, в которую по привлечению школьников к инженерному делу и повышению интереса к изучению технических предметов(физика, математика).



Этапы сборки:

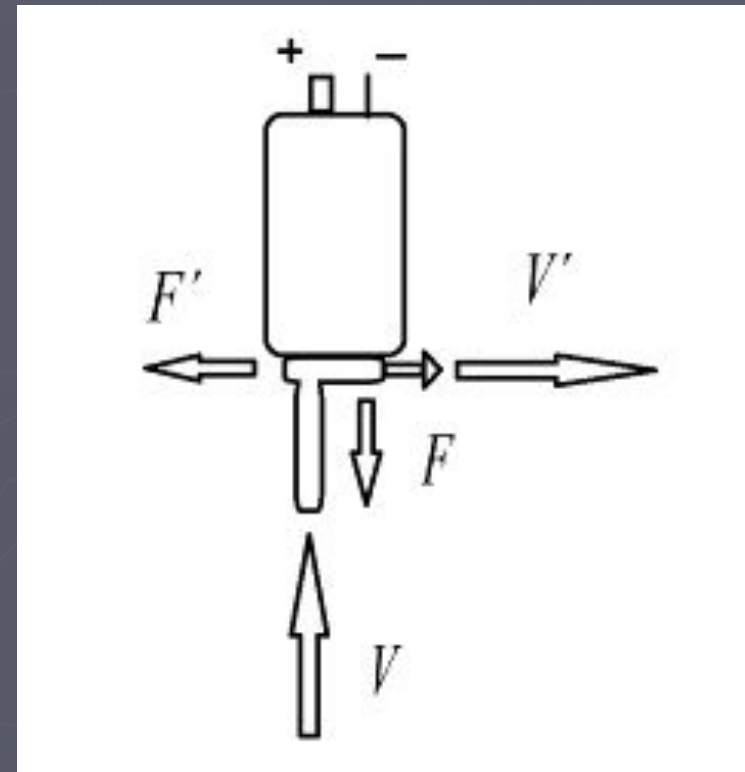


Электрическая схема соединения компонентов ТНПА К-2:



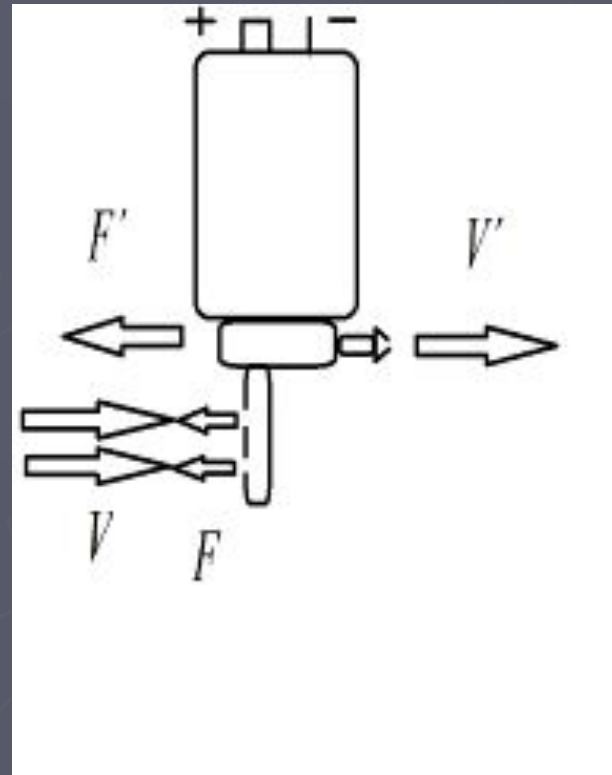
Доработка двигателя.

- ▶ Нам не понравилась кинематика их движения:
- ▶ На рисунки видно, что омыватель движется по диагонали.
- ▶ Проблема: потеря полезной энергии.



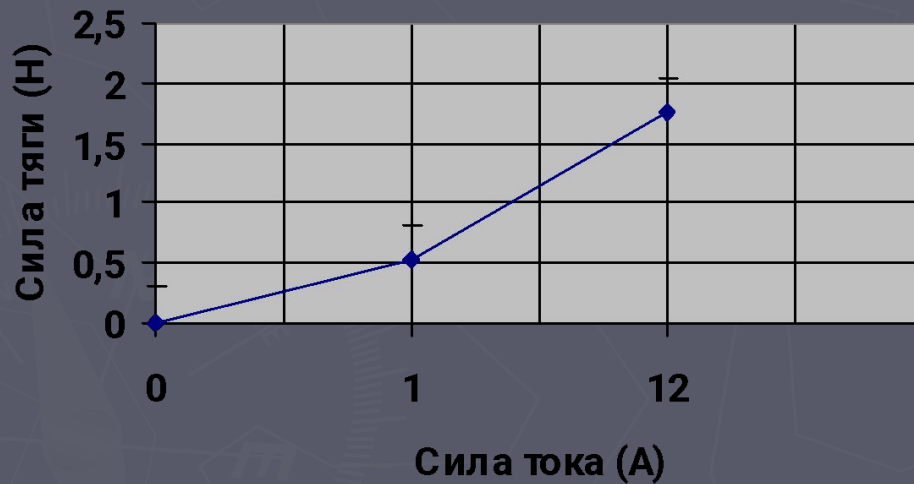
Решение.

- ▶ Решение: Просто делаем отверстия на противоположной стороне от выбрасываемой реактивной струи, тем самым удаляем вертикальную составляющую движения движителя.



Опыт: определение силы тяги двигателя.

Зависимость $F_T(I)$

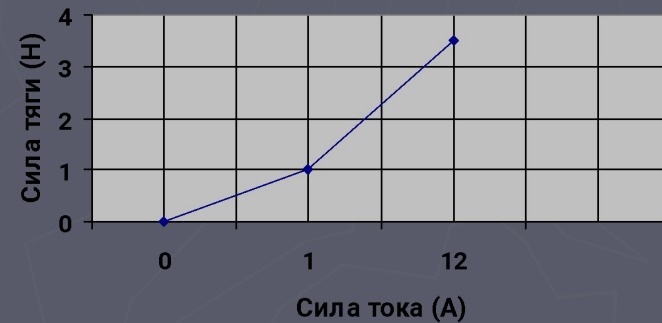


В ходе проведенных опытов в работе ВЫЯСНИЛОСЬ:

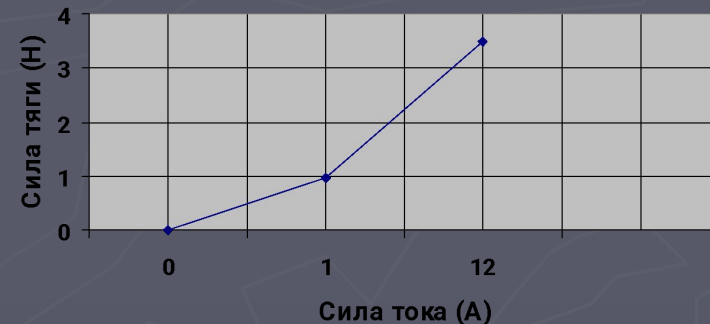
1. Аппарат сможет поднять со дна груз массой приблизительно 350г, следовательно ТНПА К-2 предназначен для поднятия со дна малых грузов.

2. Аппарат может «тянуть» за собой груз массой примерно 250г, следовательно ТНПА К-2 подходит для перевозки малых грузов.

Заглубление. Зависимость F_t (I)



Сила тяги ТНПА К-2



Плавучесть:

- ▶ Плавучесть регулируется при помощи систем грузов и «поплавков».
- ▶ Грузы: свинцовые пластины (2*10г, 2*40г, 2*50г, 4*60г)
- ▶ Поплавки: пенопластовые утеплители для пластиковых труб, все рассчитанные примерно на 1Н в пресной воде.

$$F_a = \rho g V$$

$$F_a = \rho g S l$$

$$m = \frac{F_a}{\rho g S} = \frac{F_a}{\rho g (\pi R^2 - \pi r^2)} \approx 0,035$$

- ▶ Где: R-радиус поплавка r-радиус полости поплавка
- ▶ Плавучесть регулируется перед каждым погружением на нейтральную, в зависимости от плотности воды и массы оборудования.

Рабочий макет подводного управляемого аппарата К-2 , может погружаться на глубину до 5 метров.



Класс ТНПА - мини

Назначение - осмотровый аппарат

Масса - 2,2 кг

Глубина погружения - 5м

Скорость 5 см/сек или 180 м/час.

Габаритные размеры:

Длина - 360 мм

Ширина- 250мм

Высота -280 мм

Тип привода - электрический

Параметры питания от 12 Вольт
постоянного тока.

Цена - до 5 тыс.руб.

На консултации в МЧС у начальника отдела робототехники.



Доработка двигателя на К-3



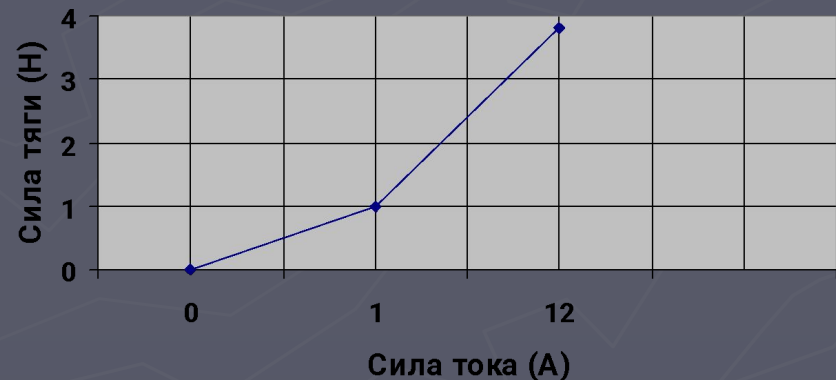
В ходе опытов К-3:

- ▶ В результате замены двигателей выяснилось, что характеристики аппарата несущественно выросли.

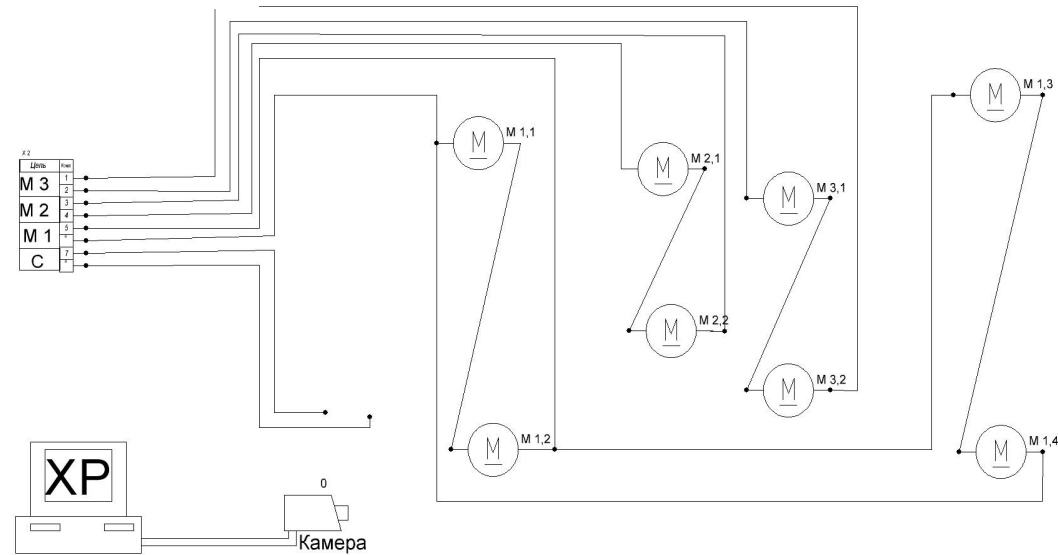
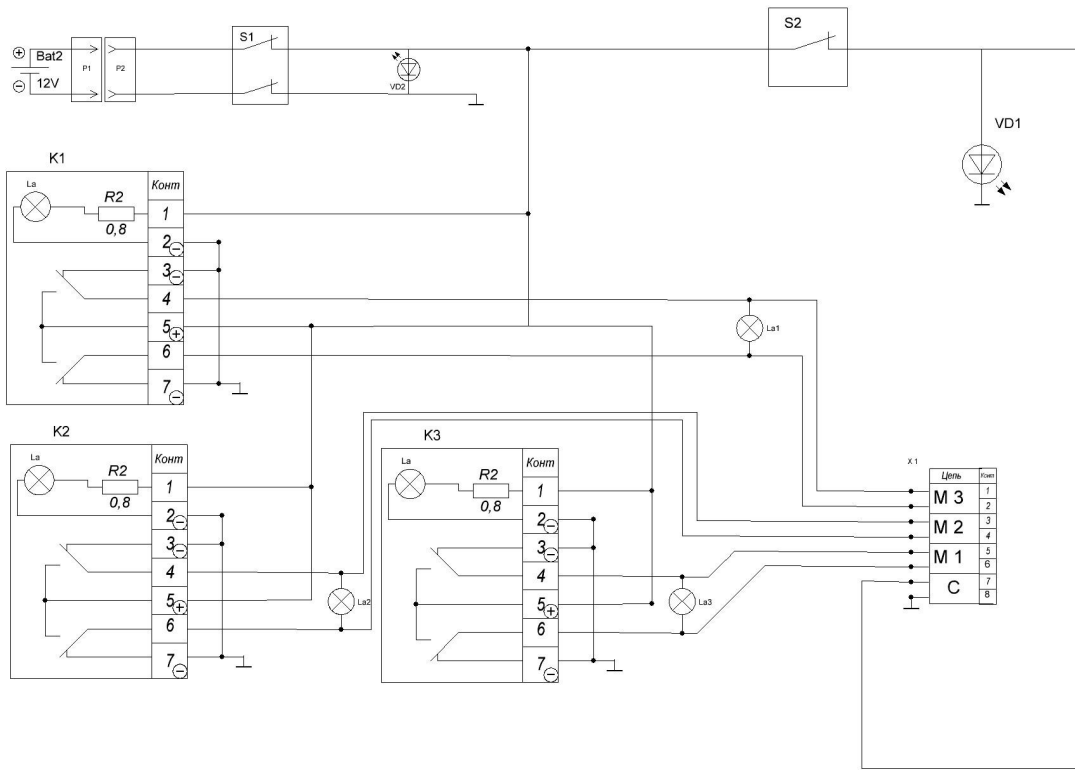
Заглубление. Зависимость $F_T(I)$



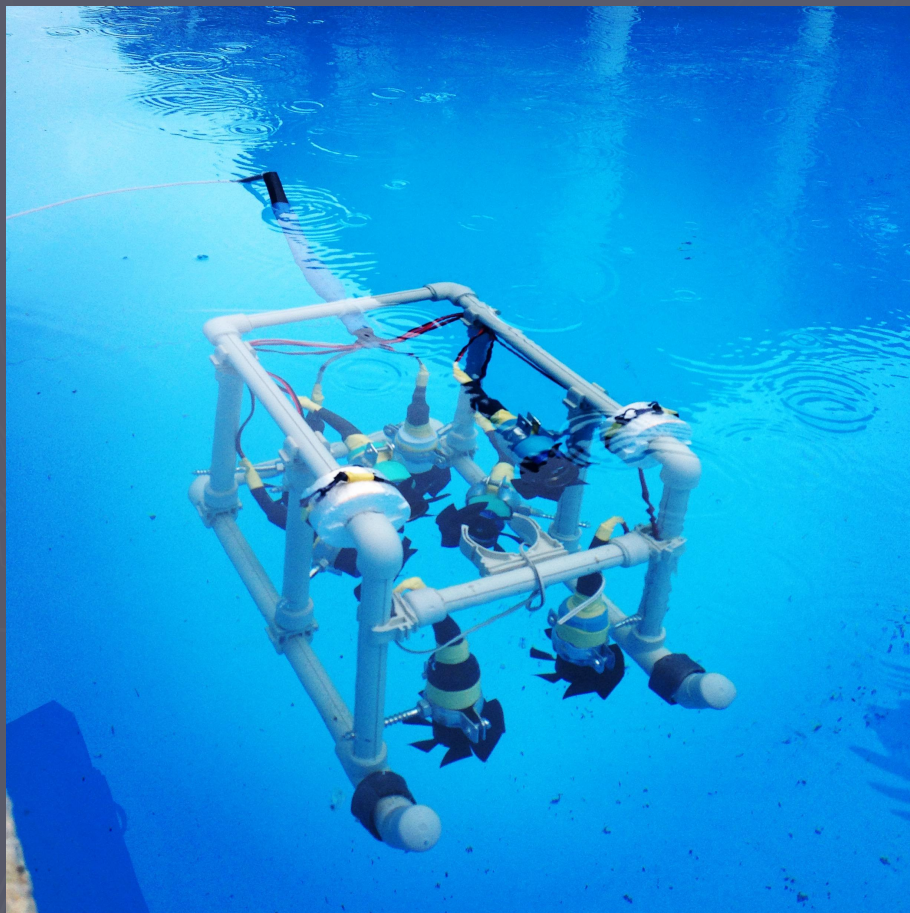
Сила тяги ТНПА К-2л



Электрическая схема соединения компонентов ТНПА К-3



Рабочий макет подводного управляемого аппарата К-3 , может погружаться на глубину до 5 метров.



- ▶ Класс ТНПА - мини
- ▶ Назначение - осмотровый аппарат
- ▶ Масса - 2,7кг
- ▶ Глубина погружения - 5м
- ▶ Скорость 7 см/сек или 252 м/час.
- ▶ Габаритные размеры:
 - ▶ Длина - 360 мм
 - ▶ Ширина- 250мм
 - ▶ Высота -280 мм
- ▶ Тип привода - электрический
- ▶ Параметры питания от 24 Вольт постоянного тока.
- ▶ Цена - до 5 тыс.руб.

Особенности ТНПА К-2(3)

- ▶ ТНПА «К-2(3)» относится к классу осмотровых аппаратов, отличается малыми габаритами и малой массой (фото 10).
- ▶ Открытая рамная конструкция обеспечивает доступ ко всем узлам ТНПА, что упрощает процесс эксплуатации.
- ▶ Несущая конструкция выполнена из пластика.
- ▶ Нейтральная плавучесть.
- ▶ Возможность трансформации конструкции и легкое переоборудование под установку датчиков и аппаратуры в зависимости от решаемых задач.
- ▶ Аппарат может применяться для установки гидроакустических маркеров и подъема предметов, захваченных манипулятором.

Достоинства аппарата К-2(3) :

- Данный аппарат может выполнять различные работы на мелководье, такие как:
 - осмотр днища маломерных судов;
 - наблюдение за подводной обстановкой;
 - различные работы связанные с нахождением объектов;
 - наблюдения за подводными обитателями.
- Данный аппарат может применяться также и в работе различных служб к примеру МЧС, полиции, Порт - надзора, рыбинспекции.
- Аппарат имеет простое конструктивное и материальное воплощение: он собран из доступных материалов, имеющихся в магазинах и Интернет торговле.
- *Главное его достоинство- простота и стоимость(до 6000 руб.).*

Выводы:

- ▶ В ходе исследований было установлено, что ТНПА К-2(3) следующие достоинства:
 - 1) аппарат легок в изготовлении и не требует особых технических навыков, а так же больших материальных затрат;
 - 2) существует возможность трансформации конструкции и легкое переоборудование под установку датчиков и аппаратуры в зависимости от решаемых задач;
 - 3) возможность регуляции плавучести с целью получения ее нейтрального значения, что значительно повышает эффективность аппарата;
 - 4) использование для меньших глубин, вплоть до берега.
- ▶ Выявлены следующие недостатки:
 - 1) низкая маневренность;
 - 2) небольшая скорость, наличие связи по кабелю;
 - 3) низкое разрешение камеры.

Выводы:

Рабочий макет необитаемого подводного аппарата (НПА) К-2(3) собран и испытан в бассейне.

Рабочий макет (1 этап) удовлетворяет требованиям импорт замещения.

Может легко использоваться в условиях школьных мастерских для организации соревновательного процесса команд с целью привития интереса школьников к морским специальностям.

Приложение полученных знаний по математике, физике, технологиям под лозунгом «Образование через руки».

Доработка предполагает:

- установку дополнительных приборов эхолота, металлоискателя, манипулятора, специальной подводной телефото камеры, грузового отсека;
- разработки телеметрии с кабелем нейтральной плавучести;
- разработка и установка специального навесного оборудования и программного обеспечения

-

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

Илларионов Г. Ю. Необитаемые подводные аппараты и их системы. Владивосток: Изд.-во Дальневост. ун-та, 1990. 56 с.

Илларионов Г. Ю., Карпачев А. А. Исследовательское проектирование необитаемых подводных аппаратов: теория, методы, результаты. Владивосток: Дальнаука, 272 с. 1998 г.

Необитаемые подводные аппараты военного назначения / сост.: М. Д. Агеев, Л. А. Наумов, Г. Ю. Илларионов и др. под ред. академика РАН М. Д. Агеева. Владивосток: Дальнаука, 2005. 164 с.:

Компания ТЕТИСПРО Каталог продукции. Необитаемые подводные аппараты и гидроакустические системы, 2014, М.

Журнал «Подводные технологии и мир океана», октябрь 2005.

Войтов Д.В. Телеуправляемые необитаемые подводные аппараты, Моркнига, М, 2012.

Спасибо за внимание!