



**Набор для сборки телеуправляемого
необитаемого подводного аппарата
ElementaryROV**

Руководство по эксплуатации

Перед использованием изделия, пожалуйста, внимательно прочитайте данную инструкцию и сохраните это руководство для дальнейшего использования

Оглавление

| | |
|---|----|
| Общая информация..... | 3 |
| Состав набора ElementaryROV..... | 4 |
| Техника безопасности | 6 |
| Рабочее место, инструменты и оборудование | 6 |
| Электромонтаж | 7 |
| Пайка разъемов и клемм..... | 7 |
| Зачистка и лужение проводов | 9 |
| Пайка кабеля и движителей | 10 |
| Подготовка коробки для пульта..... | 11 |
| Подключение электропитания | 12 |
| Тест электропитания | 13 |
| Работа с герметиком..... | 13 |
| Сборка | 14 |
| Отладка и балластировка | 15 |

Общая информация

Набор для сборки телеуправляемого необитаемого подводного аппарата ElementaryROV (Рис.1,2) предназначен для познавательных и демонстрационных целей. Данный набор может заинтересовать детей возраста 6-10 лет, но не является игрушкой в соответствии с ТР ТС 008/2011 (п. 2 ст. 1, п. 4 Прил. 1), а инвентарем для участия в технологических соревнованиях.

Набор разработан и изготовлен ООО «Центр робототехники» г. Владивосток и декларируется в реестре Росаккредитации ЕАЭС N RU Д-RU.HA21.B.02863/19, как Модели электронные, для лиц старше четырнадцати лет.

Сборка и запуски модели телеуправляемого подводного аппарата допускается под присмотром родителей либо взрослых наставников, осуществляющих свое наставничество на законных основаниях. Запуски в бассейнах и рекреационных зонах должны проводиться строго в соответствии с правилами безопасности, там установленными.



Рис. 1. Набор для сборки




Рис. 2. Собранный ТНПА

Далее предоставлена необходимая информация о наборе и рассмотрена сборка ElementaryROV – ТНПА начального уровня. Видео версия выложена здесь <https://youtu.be/Ho0RRh15CCU>.

Состав набора ElementaryROV

Таблица 1. Состав набора ElementaryROV

| Наименование | Фото | Кол-во |
|---|--|--------|
| Двигатель MUR, шт |  | 3 |
| Micro Thruster Control Shield |  | 1 |
| Joystick Shield |  | 1 |
| Arduino UNO + USB кабель |  | 1 |
| Пластина верхняя |  | 1 |
| Пластина нижняя | | 1 |
| Боковая пластина | | 2 |
| Поперечное ребро ручки | | 1 |
| Плавучесть передняя | | 2 |
| Плавучесть задняя | | 2 |
| Плавучесть для кабеля | | 6 |
| Распределительная коробка |  | 1 |
| Крепление кабелей для распределительной коробки |  | 1 |

| | | |
|---|--|----|
| Крепление платы |  | 2 |
| Удлинитель кнопок |  | 4 |
| Кабель-тросс 6*0,3мм², м |  | 5 |
| Удлинитель 1м кабеля DC5.5 * 2.1MM | | 1 |
| Держатель аккумуляторов 3S 18650 с разъемом DC5.5 * 2.1MM |  | 1 |
| Коробка для пульта |  | 1 |
| Гермоввод M10 для кабеля 3-6 мм |  | 1 |
| Разъем питания DC5.5 * 2.1MM с выводными проводами |  | 1 |
| Резиновый уплотнитель | | 1 |
| M3x6 в пульт | | 4 |
| M3x8 в пульт | | 4 |
| M4x18 в пульт | | 4 |
| M3x8 | | 32 |
| M3x10 | | 4 |
| M3x25 | | 6 |
| M3x30 | | 6 |
| Шайба M3 | | 12 |
| Гайка M3 | | 48 |
| Герметик A+B (50 мл) | | 1 |

Техника безопасности

Данный набор рекомендован для лиц старше 14 лет. Однако, в ходе сборки придется работать с материалами и производить сложные действия, используя разное оборудование и инструменты, которые используются только взрослыми, поэтому ответственность за вовлечение детей и подростков в процесс сборки (пайки, работе с режущими инструментами и т.п.) лежит полностью на родителях (законных представителях), опекунах (попечителях). Каким конкретно мерам безопасности следовать, зависит от выбранного инструмента (например, см. руководство по эксплуатации паяльной станцией и т.п.). Работа не терпит спешки и требует осознанного и аккуратного подхода.

Наша главная задача – не получение готового аппарата для развлекательных целей, а формирование базовых умений и навыков, позволяющих развить инженерное мышление, грамотный подход к решению сложных задач, добросовестное выполнение всех шагов для достижения конечной цели. Вся работа условно будет делиться на 4 этапа: электромонтаж, проверка электроники, работа по герметизации, конечная сборка и балластировка подводного аппарата.

Перед работой обязательно переоденьтесь, можете используйте рабочий халат или фартук. Все действия, связанные с паяльным оборудованием, производите в защитных очках, а во избежание ожогов одевайте перчатки, предназначенные для работы с паяльником. При работе с растворителем и герметиком пользуйтесь медицинскими перчатками во избежание попадания раствора на кожу. Проявляйте максимальную осторожность при работе с режущими и колющими инструментами.

Рабочее место, инструменты и оборудование

Вся работа должна обязательно проводиться в специально отведенном помещении, оборудованном верстаком и паяльным столом. Обязательно позаботьтесь о достаточном освещении и хорошей вентиляции в месте, где будете паять и работать с растворами. На рабочем месте не должно находиться никаких посторонних предметов, мешающих процессу. И помните, качество сборки, а также успех выполнения работы во многом зависит от порядка на рабочем месте и удобства его обустройства. Для работы потребуется:

1. Паяльная станция или паяльник (желательно с функцией настройки температуры), паяльный фен;
2. Припой, флюс для пайки, пинцет, для удобства можете использовать «третью руку»;
3. Кусачки, киянка, инструмент для снятия изоляции – стриппер или канцелярский нож;
4. Набор отверток, плоскогубцы, салфетки, шприц медицинский (не большого объема), обезжириватель (ацетон или изопропиловый спирт, также эти растворы можно использовать, как растворители для чистки плат и удаления излишков флюса);
5. Мультиметр;
6. Термоусадочная трубка разных диаметров, изолента;
7. Тиски (пригодятся нам для работы с герметиком);



Рис. 3. Рабочее место с необходимым оборудованием и инструментами

Электромонтаж

Главные правила:

- не производите монтаж и пайку при подключенном питании (источник питания должен быть отсоединен от схемы);
- после паяльных работ, электромонтажа и перед подключением питания обязательно производите проверку на короткое замыкание (КЗ) контактов питания при помощи мультиметра;
- проявите максимальную внимательность, когда будете вставлять аккумуляторы в держатель. Неправильная установка может привести к разрушению и возгоранию аккумуляторов. Доверьте эту работу взрослому человеку;
- тщательно лудите концы проводов – это упростит дальнейшую пайку и механический монтаж, а также воспрепятствует окислению контактов и обеспечит более надежную работу;
- обязательно смывайте излишки флюса после пайки растворителем, это обеспечит надежную работу, продлит срок службы устройства и придаст более эстетический вид;
- надежно закручивайте винты клемм и производите качественную спайку (провода ни в коем случае не должны свободно болтаться и соприкасаться оголенными частями друг друга);
- надежно изолируйте соединения проводов при помощи термоусадочной трубки или изоленты (если термоусадочной трубки нет в наличии).

Пайка разъемов и клемм

Для начала потребуется припаять разъемы и клеммы к Micro Thruster Control Shield который имеется в наборе.



Рис. 4. Micro Thruster Control Shield

Обратите внимание, что корпус разъема или клеммы размещается с той стороны платы, на которой нанесен белый контур (шелкография), а пайка контактов производится с обратной стороны. Клеммы следует размещать в определенном положении, лицевая сторона, в которую будут заводиться контакты проводов, должна быть ориентирована в направлении от платы, а тыльная к плате.

Вставьте разъем/клемму в отверстия и придерживая пальцами за пластиковый корпус приступайте к пайке (корпус разъема/клеммы должен плотно прилегать к плате). Нанесите флюс на место пайки, расплавьте небольшое количество припоя на жале паяльника и прислоните к месту пайки. После прогрева места, олово должно ровно растечься по контакту и площадке платы, обеспечив надежную фиксацию.

Для более комфортной пайки можете увеличить температуру паяльника до 350-370 градусов. Таким образом контакты разъема будут быстрее прогреваться и, как следствие, паяться. Тем не менее старайтесь не держать паяльник на одном и том же контакте более 5 секунд после расплавления олова, во избежание плавления пластиковых деталей и перегрева платы.

Также рекомендуется использовать комбинированный припой, который сразу содержит в себе флюс, такой способ избавит вас от дополнительных трудностей с нанесением флюса, сэкономит ваше время и оставит плату более чистой.

В данном случае необходимо нанести небольшое количество припоя на жало паяльника, это следует сделать для хорошей теплопередачи от паяльника к месту пайки, далее прислоните жало к месту спайки, если припоя будет недостаточно, действие можно повторить или добавить припой прямо во время прогрева места спайки. После завершения пайки плату необходимо отмыть от оставшегося на плате флюса.

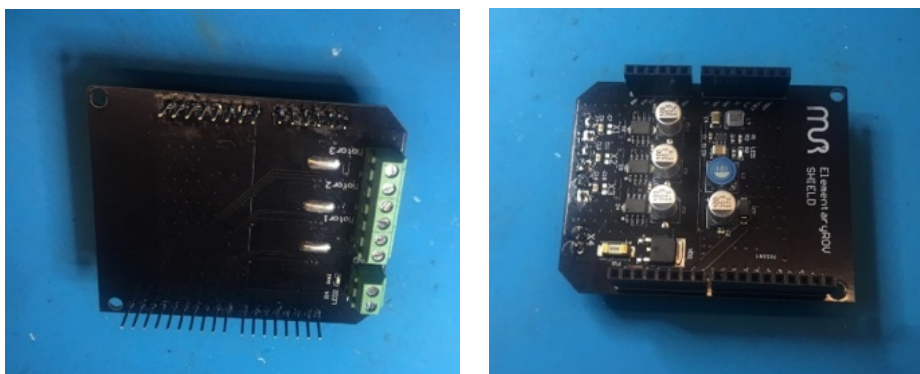


Рис. 5. Micro Thruster Control Shield с припаянными разъемами и клеммами

Зачистка и лужение проводов

Перед тем как приступить к электромонтажу, все провода следует подготовить. Их необходимо зачистить с концов и нанести слой олова – такой процесс называется лужением. Качественное «залуживание» проводов значительно облегчит дальнейшую работу с ними, обеспечит более надежный электромонтаж, а также воспрепятствует окислению и коррозии металла.

Проявите максимальную осторожность при очистке проводов от изоляции! Для этого рекомендуется использовать специальный инструмент – стриппер. Для того чтобы зачистить провод, сомкните инструмент и выберите тот диаметр отверстия, который совпадает с диаметром сечения меди провода. После этого проделайте все то же самое, но предварительно вставив провод таким образом, чтобы он оказался в отверстии. Слабо потяните за провод для снятия с него слоя изоляции (рекомендуется снимать не более 5 – 10 мм изоляции от края провода). Старайтесь снимать только изоляционный слой, не повреждая сам провод.

Если у вас нет такого инструмента, то вы можете воспользоваться канцелярским ножом, надрезав изоляцию по периметру провода, а затем сняв ее. Стоит упомянуть, что внешняя изоляция основного кабеля и кабеля двигателей снимается аналогичным способом, следует снимать 30 – 50 мм изоляции от края провода. Проявляйте максимальную осторожность при работе с ножом, доверьте эту работу взрослому человеку.

После снятия изоляции пальцами скрутите провода в плотную «косичку», такое действие облегчит дальнейшую работу и воспрепятствует «распушению» провода. Нанесите флюс на провод, а потом добавьте припой. Постарайтесь добиться результата, при котором провод полностью пропитается припоем и будет блестеть.

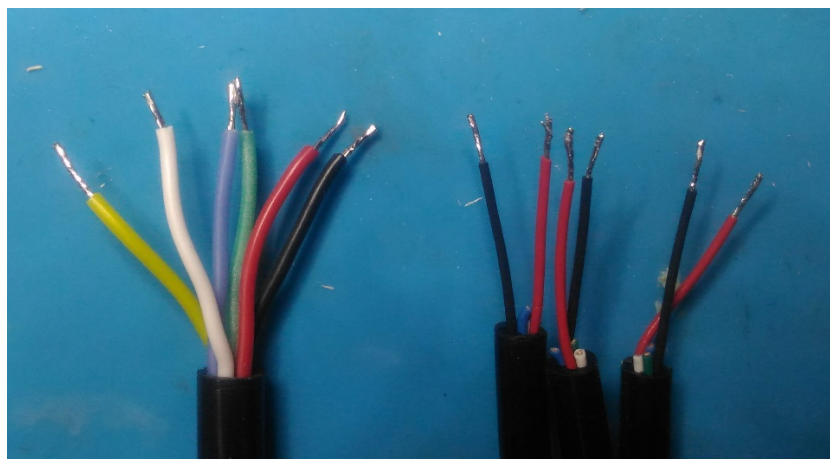


Рис. 6. Залуженные провода

Таким образом необходимо залудить провода основного кабеля с обеих сторон, а также два провода каждого движителя – красный и черный (предварительно кабеля движителей рекомендуется укоротить, см. п. «Пайка кабеля и движителей»).

Пайка кабеля и движителей

Перед припаиванием проводов кабеля к проводам движителей, важным шагом, к которому нужно отнестись с особым вниманием, это распиновка. Для начала рекомендуется собрать раму аппарата и закрепить на ней движители (см. п. [сборка](#)), пронумеровать и присвоить названия каждому из них:

| № клеммы на плате | Расположение на раме |
|-------------------|----------------------------|
| 1 | ЛГ (левый горизонтальный) |
| 2 | ПГ (правый горизонтальный) |
| 3 | В (вертикальный) |

После данного действия можно уменьшить длину кабелей движителей, делайте это аккуратно и не отрежьте лишнего, длины должно хватать, чтобы свободно дотягиваться до распределительной коробки, установленной на своем месте на раме. Проследите чтобы провода не были натянуты! Также на данном этапе следует назначить, какие провода главного кабеля будут закреплены, за каким мотором. Сделать это можно в виде таблички следующим образом:

| Цвет провода в главном кабеле | Цвет провода движителя | Движитель |
|-------------------------------|------------------------|-----------|
| Синий | Красный | №1 ЛГ |
| Желтый | Черный | |
| Белый | Красный | №2 ПГ |
| Зеленый | Черный | |
| Черный | Красный | №3 В |
| Красный | Черный | |

Такой подход поможет быстро и без лишних проблем отладить аппарат. После этого можно приступать к пайке: прикладывая ранее залуженные части проводов друг к другу (согласно созданной ранее вами схеме), прогрейте их вместе паяльником с нанесенным на него ранее небольшим количеством припоя.



Рис. 7. Пайка проводов

Работайте добросовестно и аккуратно, так как после герметизации доступа к проводам уже не будет, обязательно надежно изолируйте оголенные части проводов термоусадочной трубкой или изолентой.

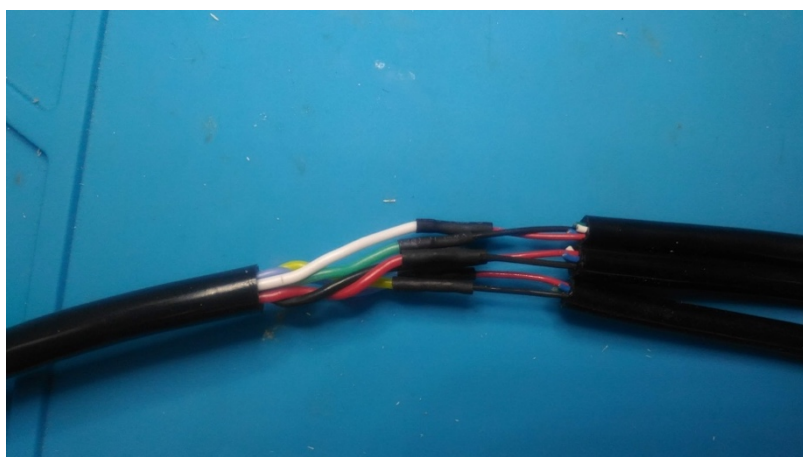


Рис. 8. Изоляция с помощью «термоусадки»

Подготовка коробки для пульта

Чтобы подготовить все для сборки блока управления, требуется вкрутить разъем питания и гермоввод. Коробка для пульта уже имеет в себе отверстия для установки этих элементов. Вам останется только вставить элементы и затянуть гайки с обратной стороны при помощи плоскогубцев.

Следующий шаг – прикрутите пластиковые крепления, которые имеются в наборе к плате с микроконтроллером Arduino UNO. Затем обязательно установите прошивку (актуальную версию можно скачать [здесь](https://github.com/murproject/ElementaryROV) <https://github.com/murproject/ElementaryROV>). После этого можно приступать к монтажу платы микроконтроллера в коробку на свое место. Будьте внимательны,

плату необходимо разместить в правильном положении как показано на изображении.

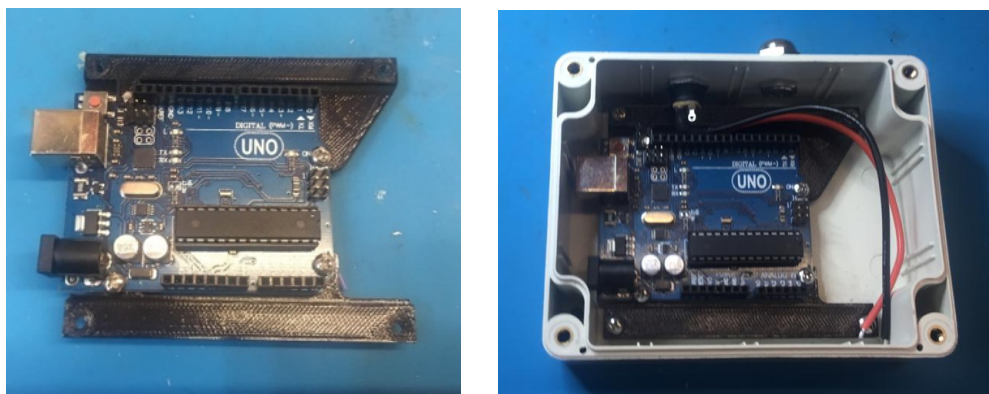


Рис. 9. Установка Arduino UNO в пульт

Через гермоввод необходимо провести основной кабель. Разберите гермоввод, проденьте кабель через гайку, а затем через герметизационную резинку (резинка должна быть установлена в правильном положении, а именно более узкой частью к краю провода, который будете продевать через гермоввод). Заведите необходимое количество кабеля в коробку и затяните гермоввод плоскогубцами. Подготовка коробки для пульта закончена.

Подключение электропитания

Возьмите Micro Thruster Control Shield и первым делом вкрутите в клемму питания провода от разъема, который вы ранее вкручивали в коробку, красный провод следует подключить к контакту 12V, а черный к контакту GND.

В целях безопасности плата Micro Thruster Control Shield оснащена защитой от переплюсовки питания, при неправильном подключении загорится красный светодиод рядом с клеммой питания и оповестит об ошибке, однако будьте внимательны и старайтесь не допускать этого. Далее руководствуясь ранее созданной вами схемой, подключите провода главного кабеля к клеммам управления моторов:

- Motor 1 - левый горизонтальный
- Motor 2 - правый горизонтальный
- Motor 3 – вертикальный

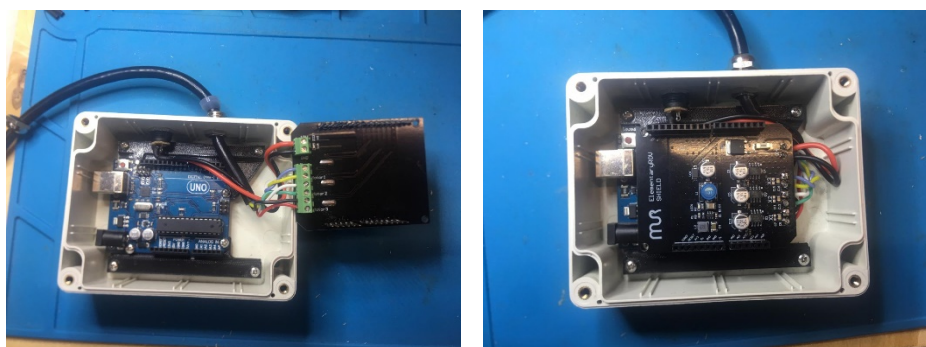


Рис. 10. Подключение моторов

Для электропитания аппарата воспользуйтесь тремя аккумуляторами 18650.

Тест электропитания

Перед подключением источника питания к пульту, необходимо проверить электронику на отсутствие грубых ошибок. Воспользуйтесь мультиметром для того, чтобы совершить проверку. Поставьте его в режим проверки на КЗ (короткое замыкание) и коснитесь щупами контактов клеммы питания.

Если неполадки не обнаружено, подключите источник питания к разъему, на Micro Thruster Control Shield, сразу же должен загореться светодиод, это признак того, что на микроконтроллер подается питание. Отключите источник питания и установите Joystick Shield, снова подключите питание и убедитесь, что все моторы реагируют на кнопки управления.



Рис. 11. Платы установлены в пульт

Работа с герметиком

Закрепите распределительную коробку в вертикальном, неподвижном положении отверстием вверх, для надежности рекомендуется использовать тиски. Следующий шаг - подготовка кабелей к заливке герметиком.

Для этого зашкурьте наждачной бумагой основную изоляцию каждого из кабелей, после данной процедуры изоляция приобретет потертый вид, но она не должна быть повреждена. Еще раз тщательно проверьте качество пайки проводов, удостоверьтесь, что все контакты заизолированы.

Обезжирьте поверхности кабелей и проводов спиртом, ацетоном или другой имеющейся у вас обезжиривающей жидкостью. Аккуратно, не касаясь проводов пальцами рук в месте, которое будет контактировать с герметиком, поместите их в распределительную коробку и зафиксируйте креплением кабелей которое имеется в наборе.

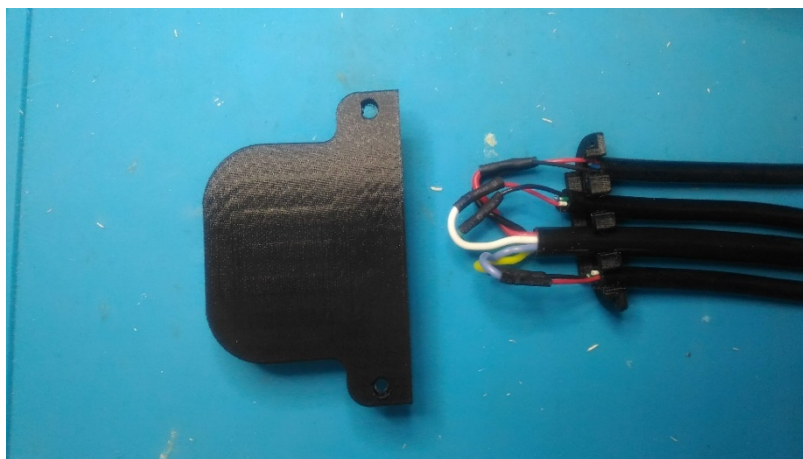


Рис. 12. Подготовка к герметизации

Для дополнительной фиксации на период герметизации воспользуйтесь дополнительными средствами, чтобы избежать смещения проводов во время затвердевания герметика. Возьмите чистую емкость, для этих целей можно использовать пластиковый стаканчик, смешайте в нем компоненты герметика в необходимом для вас количестве в пропорции 5/1 (Компонент А - 5 частей, В - 1 часть).

Тщательно перемешивайте получившийся раствор в течении 5 минут, а затем, для удобства, используя медицинский шприц без иглы, заполните им распределительную коробку. Для полного высыхания герметика требуется 24 часа.

Дополнительная информация по работе с герметиком приведена в специальной инструкции <https://bitly.su/FKimQ>.

Сборка

После полного высыхания герметика можно приступать к полной сборке ElementaryROV. Выложите все элементы рамы и электроники на свободный стол, подготовьте крепеж и инструменты.

Некоторые части рамы могут довольно туго соединяться между собой, для упрощения процесса можно использовать киянку. Однако, будьте аккуратны, не прилагайте слишком много силы, чтобы не повредить движители и другие менее прочные части набора, нежели рама. Сборку можно осуществлять в произвольном порядке.

Мы рекомендуем начать с закрепления поперечного ребра/ручки в верхнюю пластину, сразу после этого можете установить все движители и распределительную коробку с выходящими из нее кабелями, как показано на изображении. Далее стоит прикрепить элементы плавучести, они прикручиваются к верхней пластине, а уже потом устанавливать остальные части в следующем порядке: боковая пластина, нижняя пластина, вторая боковая пластина. Даже если элементы рамы очень плотно скреплены между собой все равно не забывайте фиксировать их крепежом!

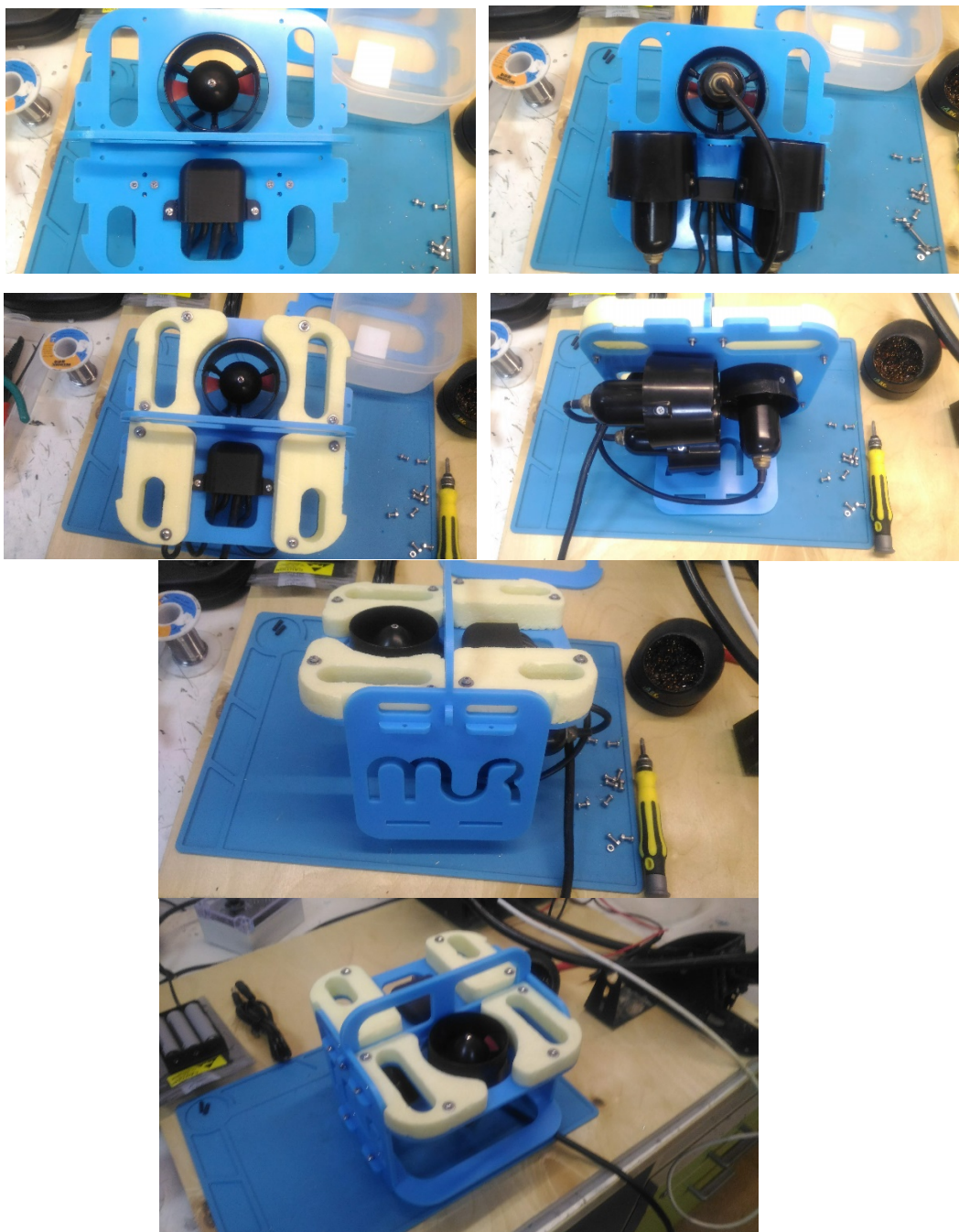


Рис. 13. Последовательность сборки робота

Отладка и балластировка

В заключении, необходимо удостовериться, чтобы движение робота в воде соответствовало командам, отдаваемым с джойстика, такая процедура называется отладкой аппарата. Данный этап можно проводить как в воде, так и на суше.

При работе на суше, для определения направления вращения винта движителя, можно использовать салфетку или другой легкий и тонкий материал, который будет сдувать в ту сторону куда направлена тяга движителя. Будьте аккуратны и старайтесь не допускать попадания посторонних вещей на винт.

Включите питание и нажмите на верхнюю кнопку на джойстике (команда - всплыть) и проверьте направление вращения вертикального движителя, если

направление не совпадает с требуемым, то необходимо будет поменять местами провода данного движителя в клемме, отвечающей за него (№3).

Повороты роботом осуществляются за счет того, что один движитель работает в прямом направлении, а второй в обратном (в случае с поворотом вправо правый движитель должен работать в обратном направлении, а левый в прямом).

| Маневр, выполняемый роботом | Команда джойстика |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Всплытие | верхняя кнопка |
| Погружение | нижняя кнопка |
| Вперед | “стик” наклонить вперед по оси OY |
| Назад | “стик” наклонить назад по оси OY |
| Поворот вправо | “стик” наклонить вправо по оси OX |
| Поворот влево | “стик” наклонить влево по оси OX |

Таким способом настройте все элементы движения, указанные в таблице. После отладки пульт управления можно закрыть и зафиксировать крепежом, не упустите из виду, что перед этим необходимо вставить удлинители кнопок, чтобы они немного выступали над плоскостью крышки.

Для эффективной работы движителей и более свободного перемещения аппарата под водой, добиваются нейтральной (робот не всплывает и не тонет в толще воды) или немного положительной (робот медленно всплывает) плавучести аппарата. Такая же процедура продлевается и с кабелем.

Следующим важным фактором является ориентация аппарата в пространстве и остойчивость, при идеальной балластировке верхняя пластина рамы робота должна быть параллельна плоскости воды. Набор ElementaryROV имеет в комплекте уже точно рассчитанные и вырезанные элементы плавучести и в собранном состоянии аппарат будет являться уже отбалластированным и будет иметь небольшую положительную плавучесть. Однако, в случае если вы заметите какие-либо отклонения или они возникнут в ходе монтажа на аппарат дополнительных приспособлений, то вам нужно будет отбалластировать аппарат самостоятельно. Для балластировки используйте маленькие тяжелые металлические элементы (можно использовать крепеж или кусочки свинца). А если аппарат тонет, то можно добавить элементы из легкого плавучего материала (пенопласт, пеноплекс). Чтобы прикрепить дополнительную плавучесть или груз можно использовать изоленту или просверлив отверстия в раме закрепить их крепежом. Старайтесь избегать чрезмерного навешивания на аппарат элементов балластировки.

Чтобы кабель приобрел нейтральную плавучесть и меньше воздействовал на робота, используйте дополнительные элементы плавучести, чтобы прикрепить их к кабелю через небольшое расстояние (30-40 см).

Если вы все сделали правильно и аккуратно, то робот готов к эксплуатации. Для выполнения различных заданий, включая соревновательных, вы можете придумать для робота любые механические приспособления. Старайтесь делать их функциональными и красивыми.