

Voltbro

Братья Вольт



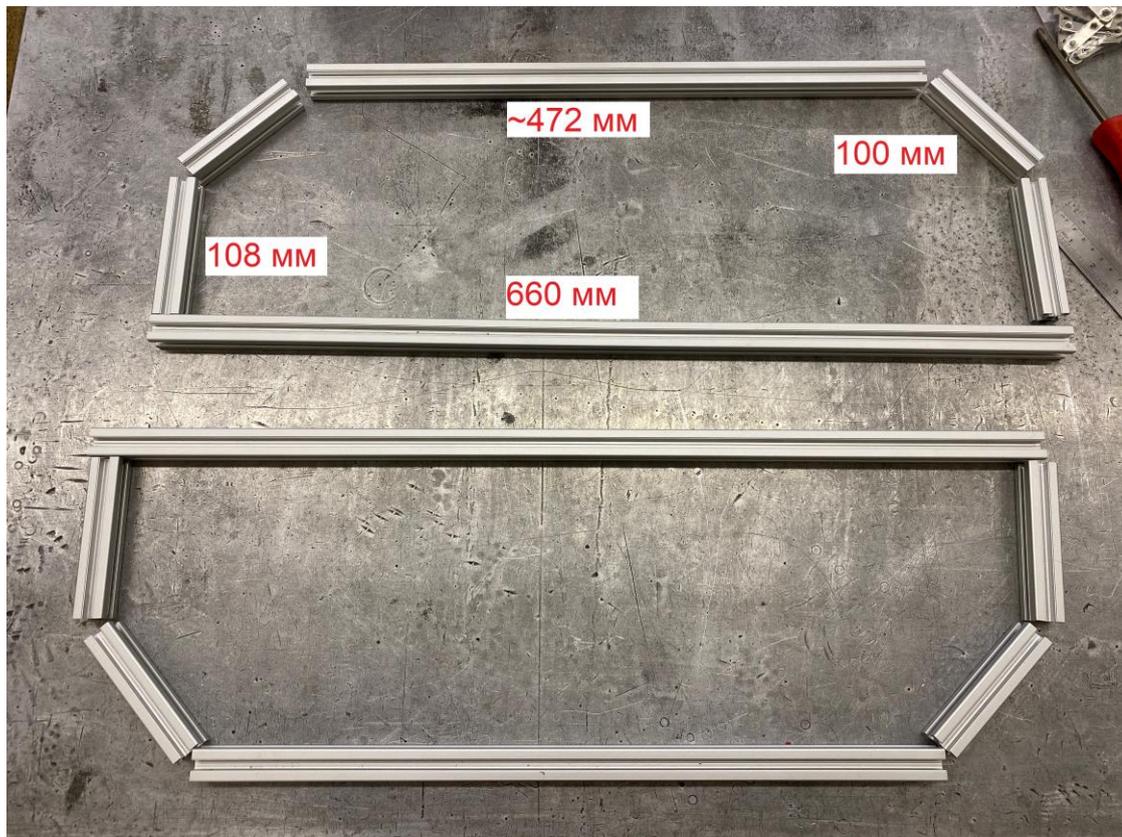
Инструкция по сборке VRover MAX V.4

Оглавление

Глава 1. Сборка каркаса	3
Глава 2. Продолжение сборки каркаса	32
Глава 3. Сборка передней части внутреннего каркаса	47
Глава 4. Установка turtleboard	54
Глава 5. Сборка обшивки	74
Глава 6. Сборка подвески	81
Глава 7. Досборка подвески. Сборка моторов	97
Глава 8. Сборка колеса	105
Глава 9. Завершение	110

Глава 1. Сборка каркаса

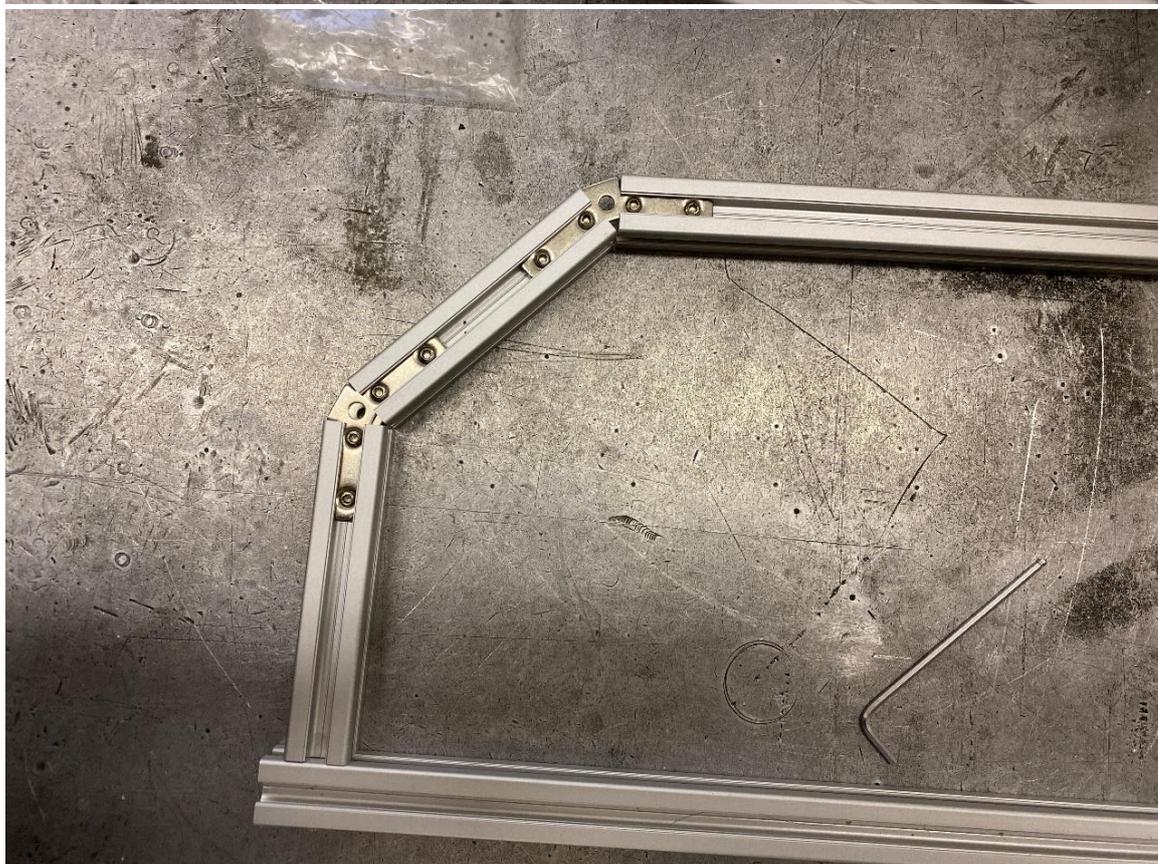
1. Собираем макет боковин из профиля используя следующую картинку:



2. Подготовить 16 диагональных уголков. Вкрутить в них маленькие винты



3. Вставить эти уголки в диагональный профиль (100 мм)



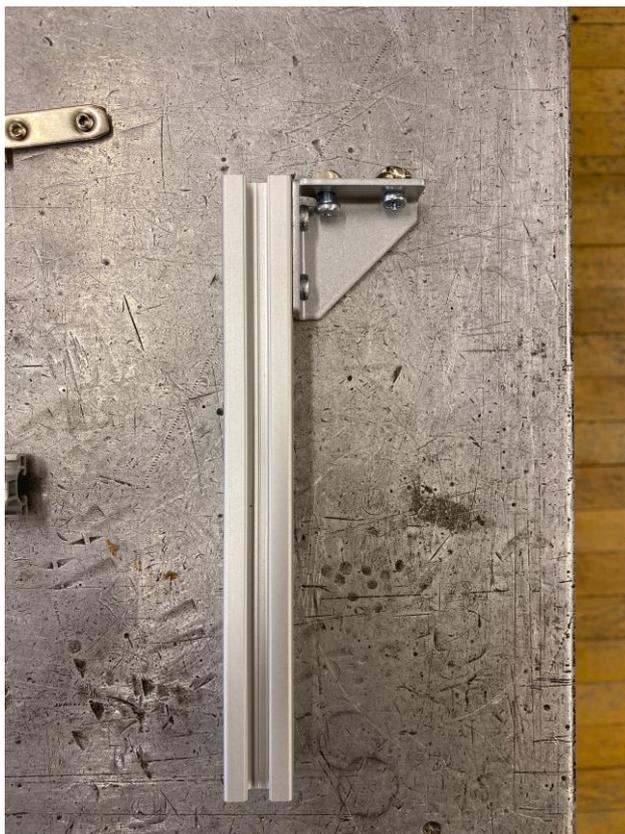
4. Подготовить не менее 30-ти уголков для сборки конструкции. Использовать винты М4х8 и Т-гайки М4:



5. Установить уголки как на картинке. Что важно! Выделенные углы должны быть ровными без зазоров (иначе потом будут трудности с обшивкой). Уголки двух боковин должны быть расположены именно как на картинке для того, чтобы потом было удобно затягивать в случае необходимости



6. На 6 профилей (180 мм) накручиваем по 1-му заготовленному уголку



7. Начинаем расставлять поперечный профиль:

7.1. Сначала определяем, где у нас перед работа (в нашем случае перед с левой стороны фотографии)

7.2. Устанавливаем первую поперечную балку в расстоянии 210 мм (соблюдаем направление уголков)



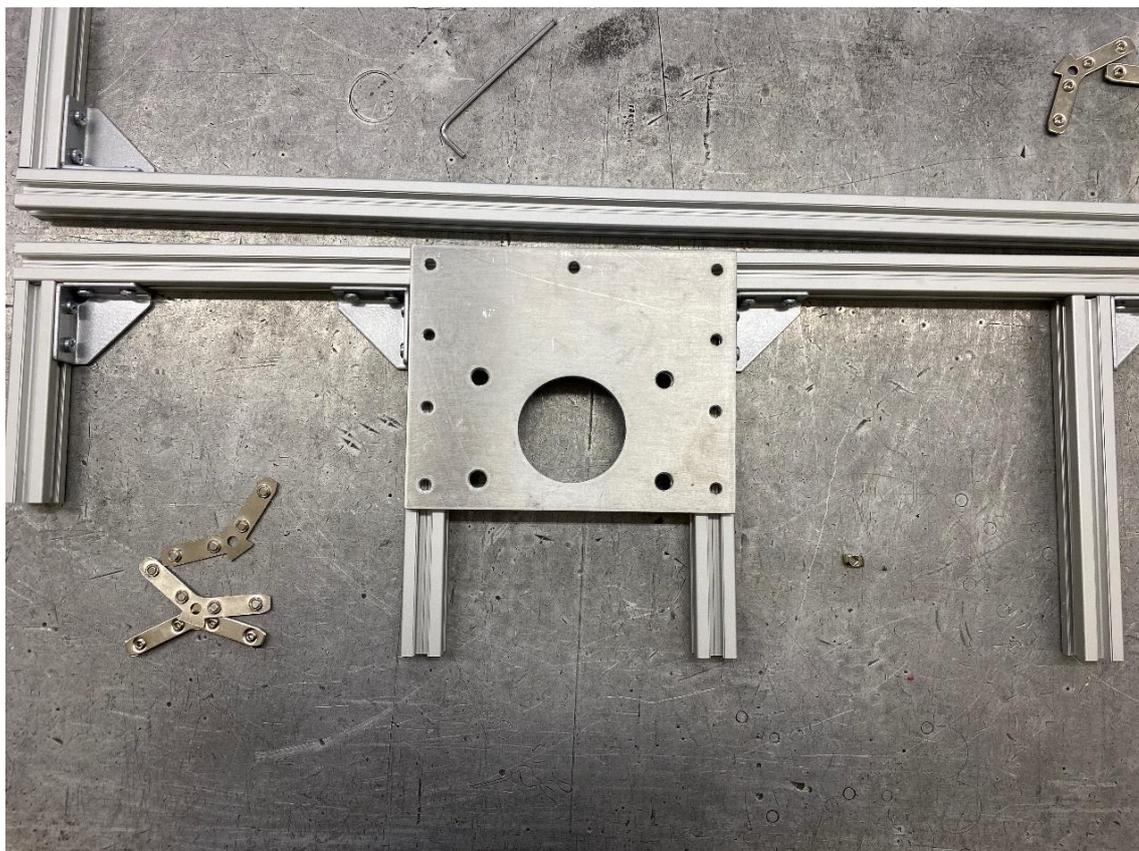
7.3. Следующий на расстоянии 160 мм (опять же направление уголков)



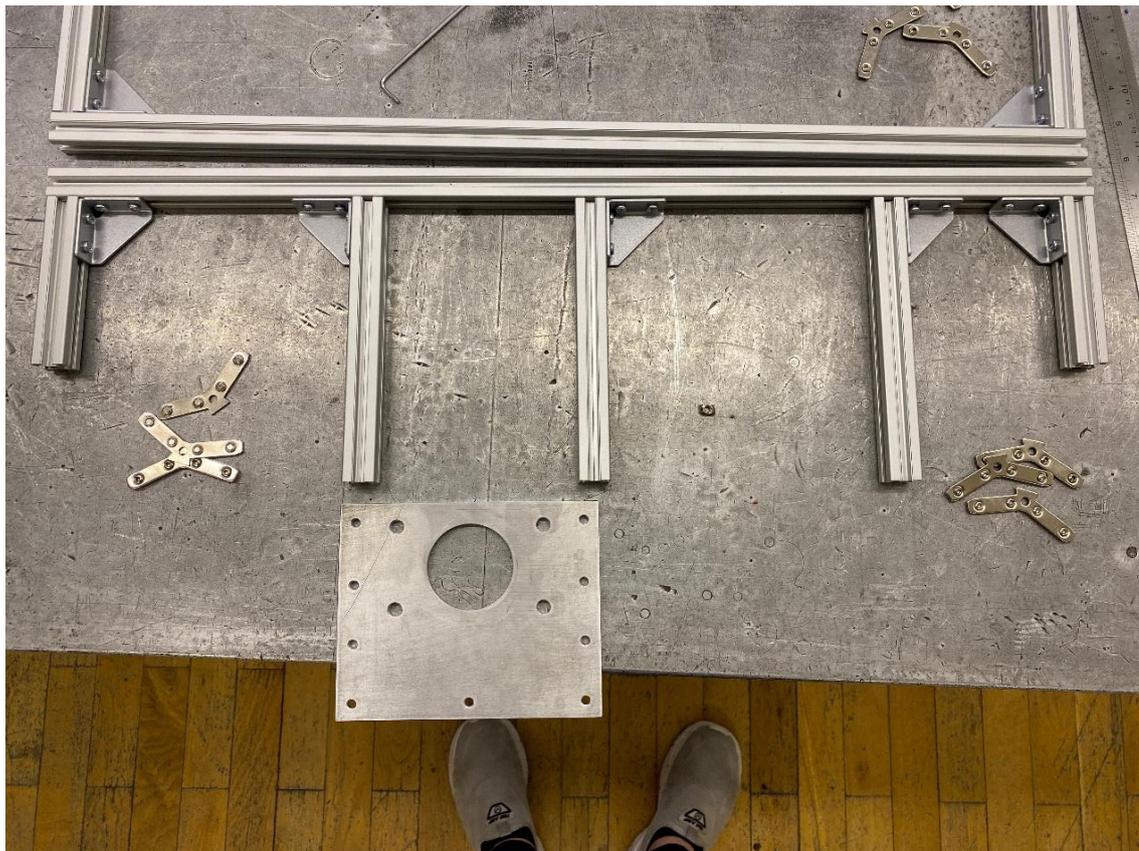
7.4. Последний на расстоянии 140 мм от задней части



7.5. После можно затянуть по одному болтику и проверить, что необходимые отверстия совпадают



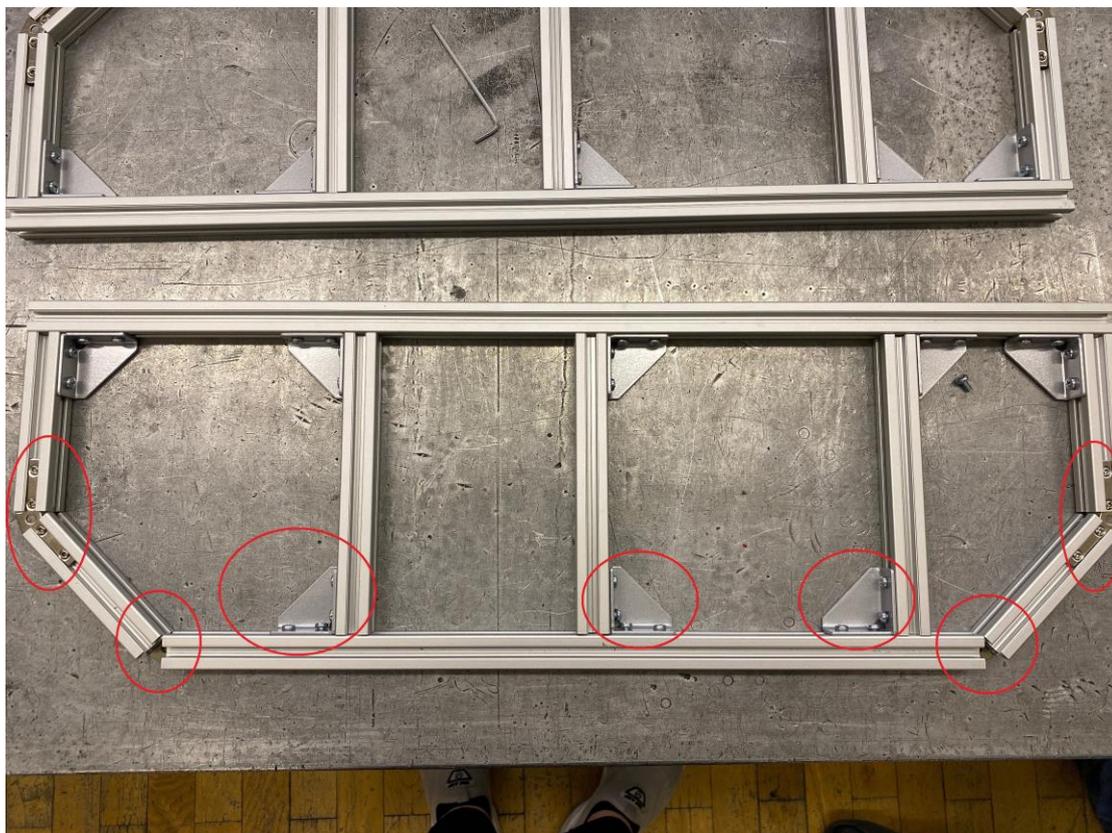
7.6. После закрутить оставшиеся винты



7.7. Повторить со второй стороной



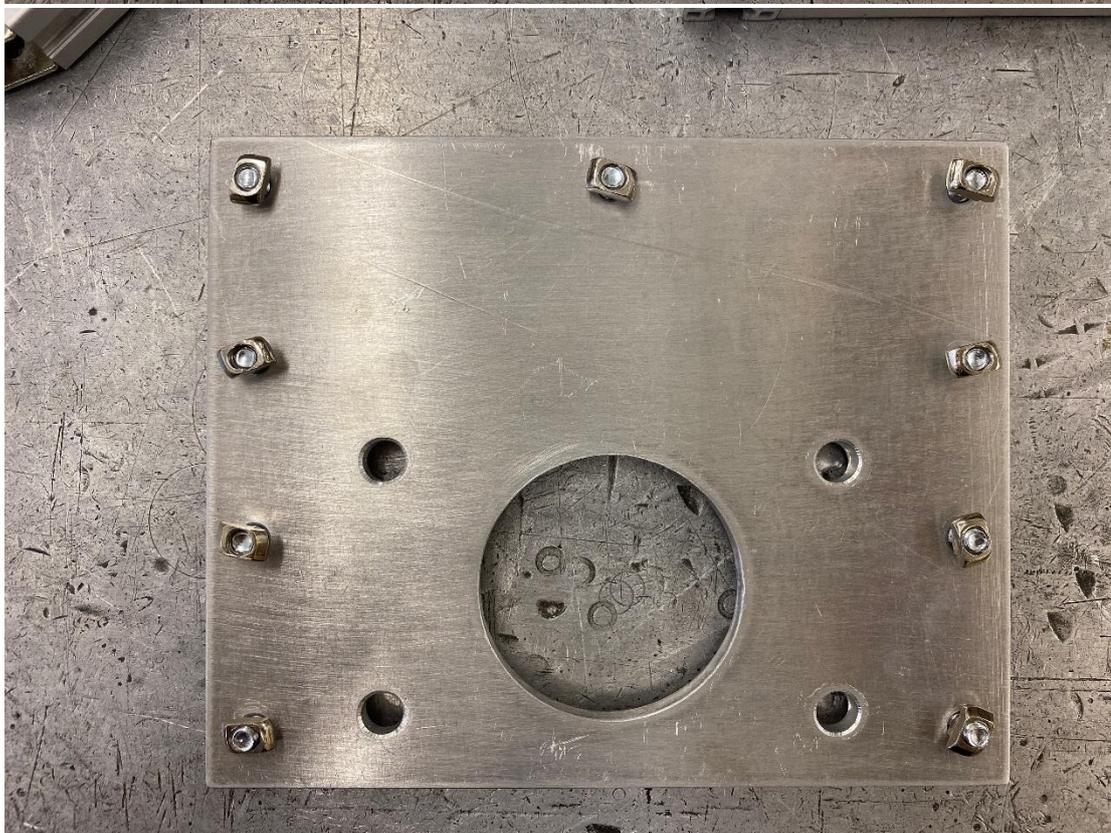
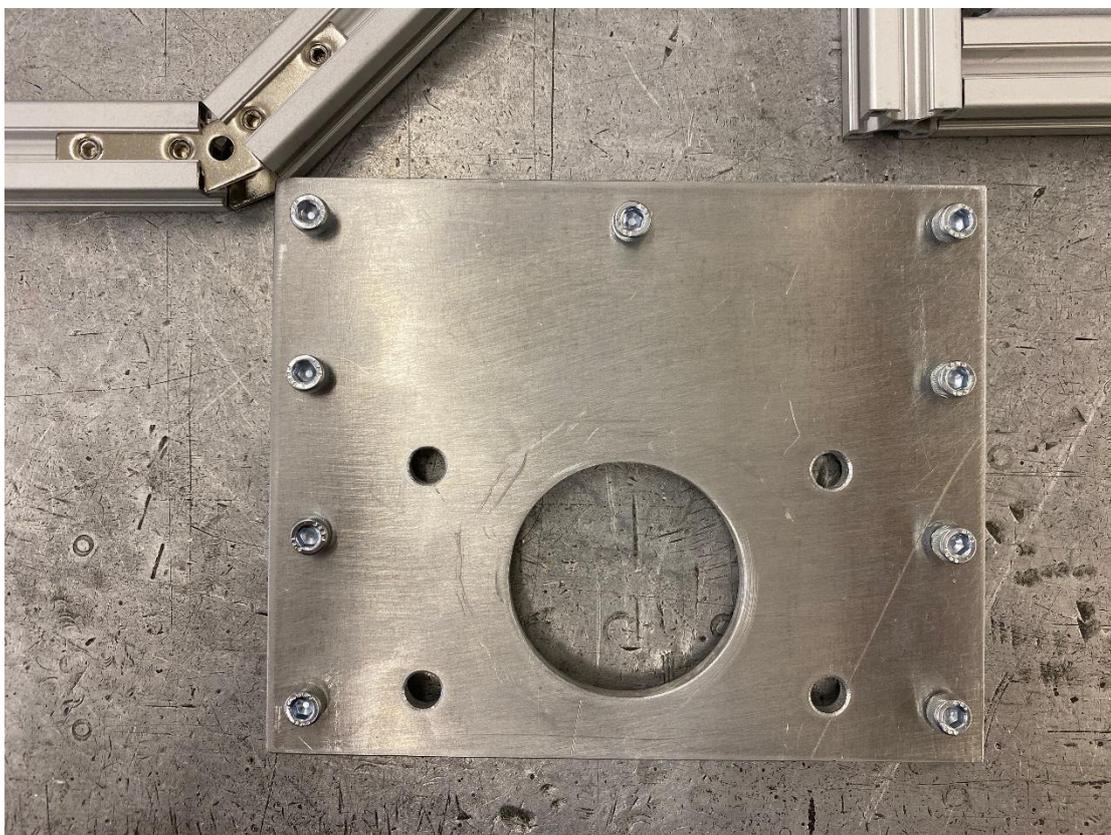
8. Собираем целиком всю боковину. На поперечные балки прикручиваем по еще одному уголку. Выравниваем и затягиваем. В конце затягиваем диагональные уголки



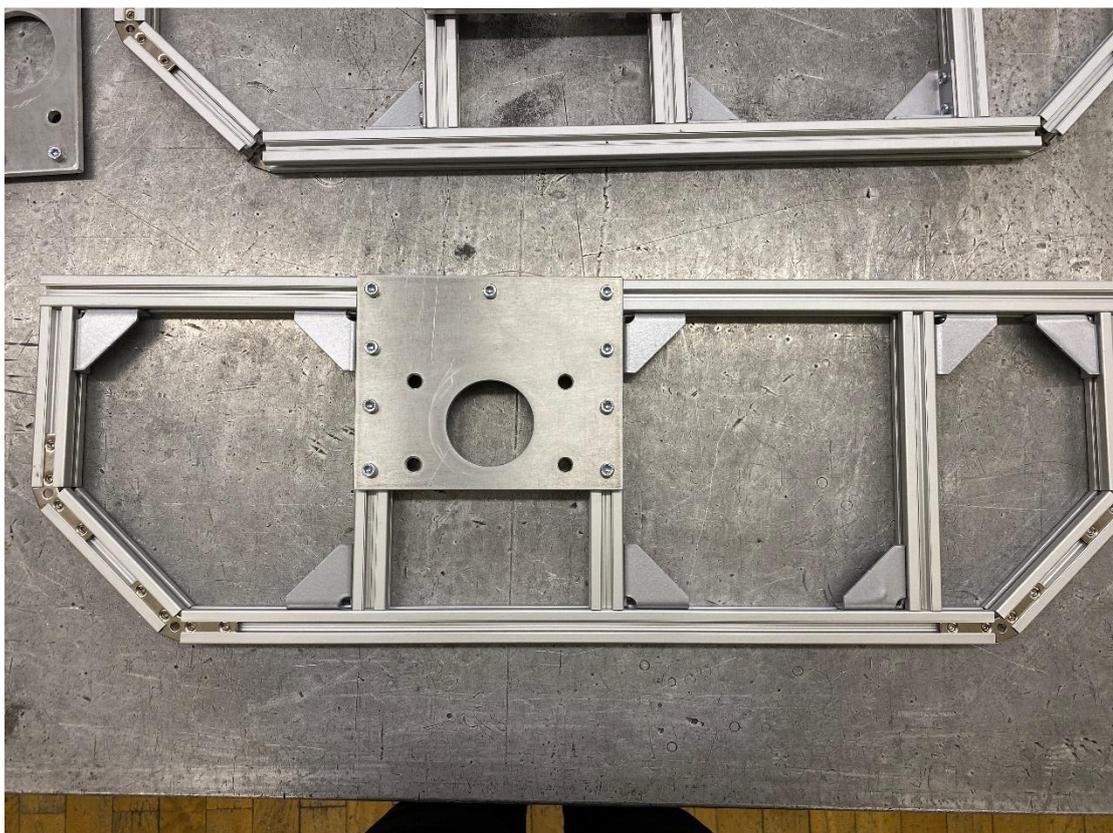
9. Повторить со второй стороной



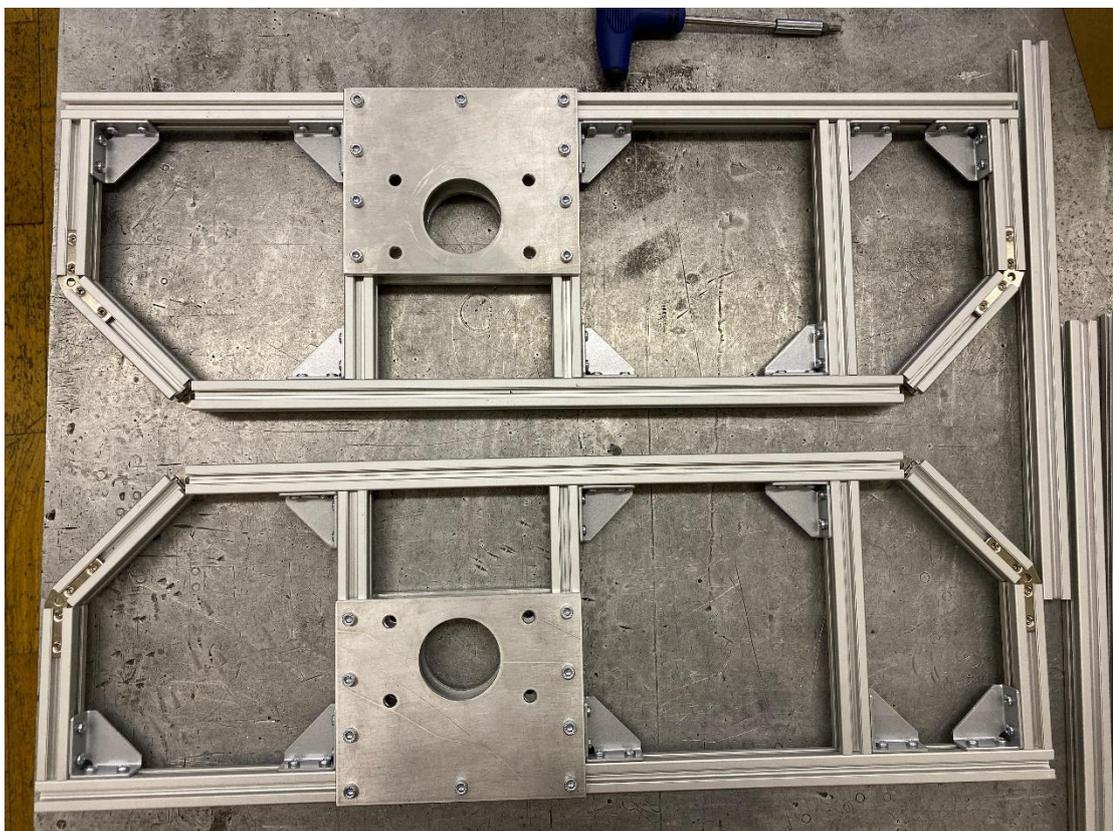
10. Подготовить 4 крепежных пластины. Сначала выберите «красивую» сторону пластины. Предусмотрите, чтобы «красивая» сторона оказалась снаружи при крепеже к профилю (со стороны «некрасивой» стороны будут располагаться Т-гайки М5). Использовать шестигранные винты М5Х12 и Т-гайки М5

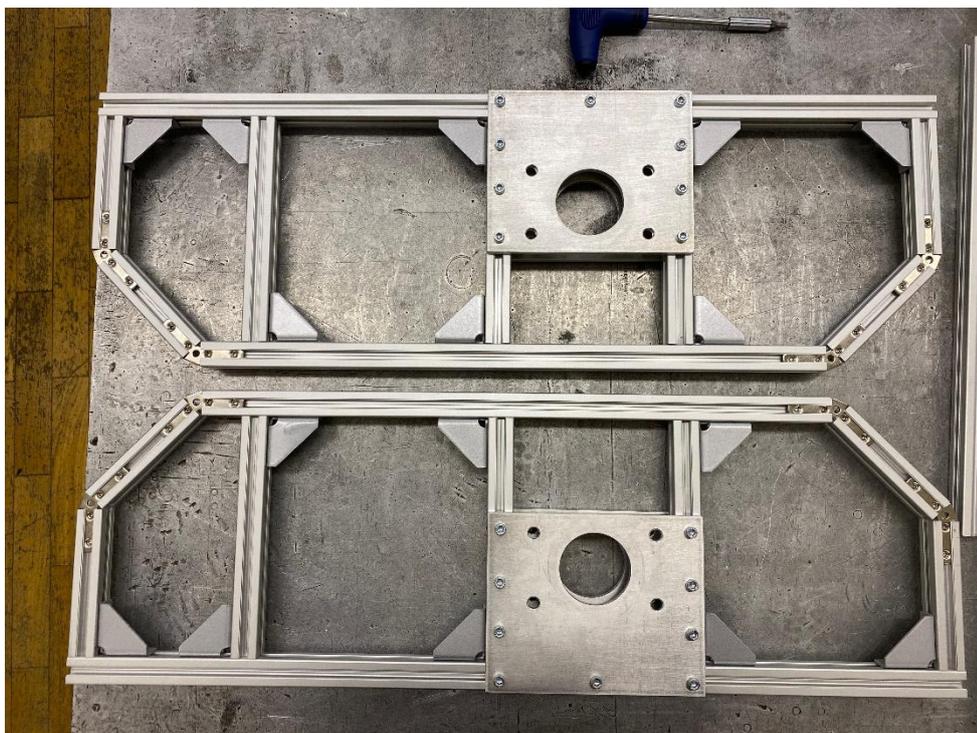


11. Прикрутить одну из пластин к внешней стороне бокового каркаса как показано на рисунке:



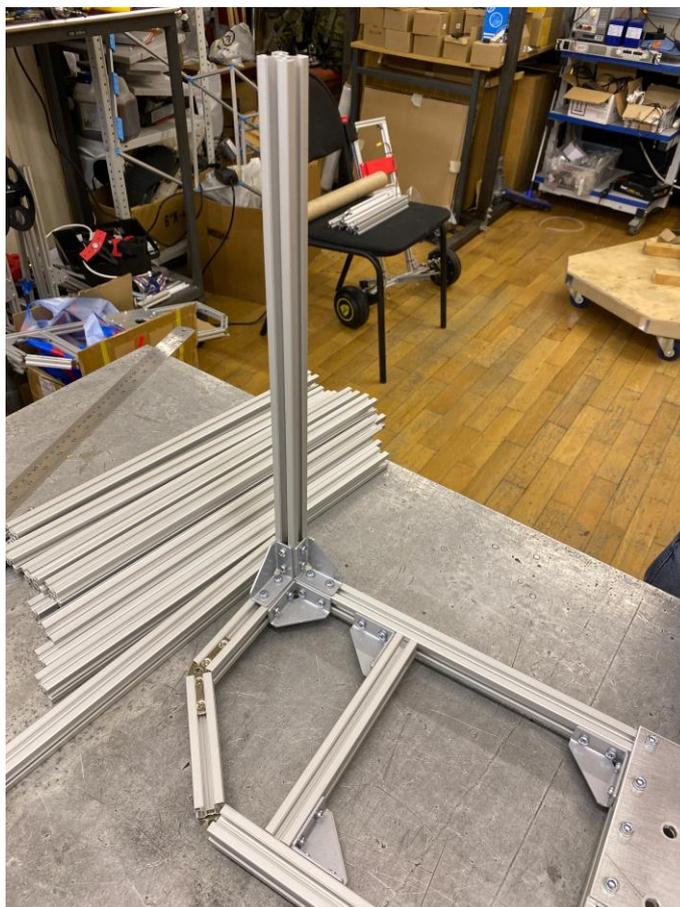
12. С внешней стороны прикрутить еще одну пластину. Повторить на другом боковом каркасе

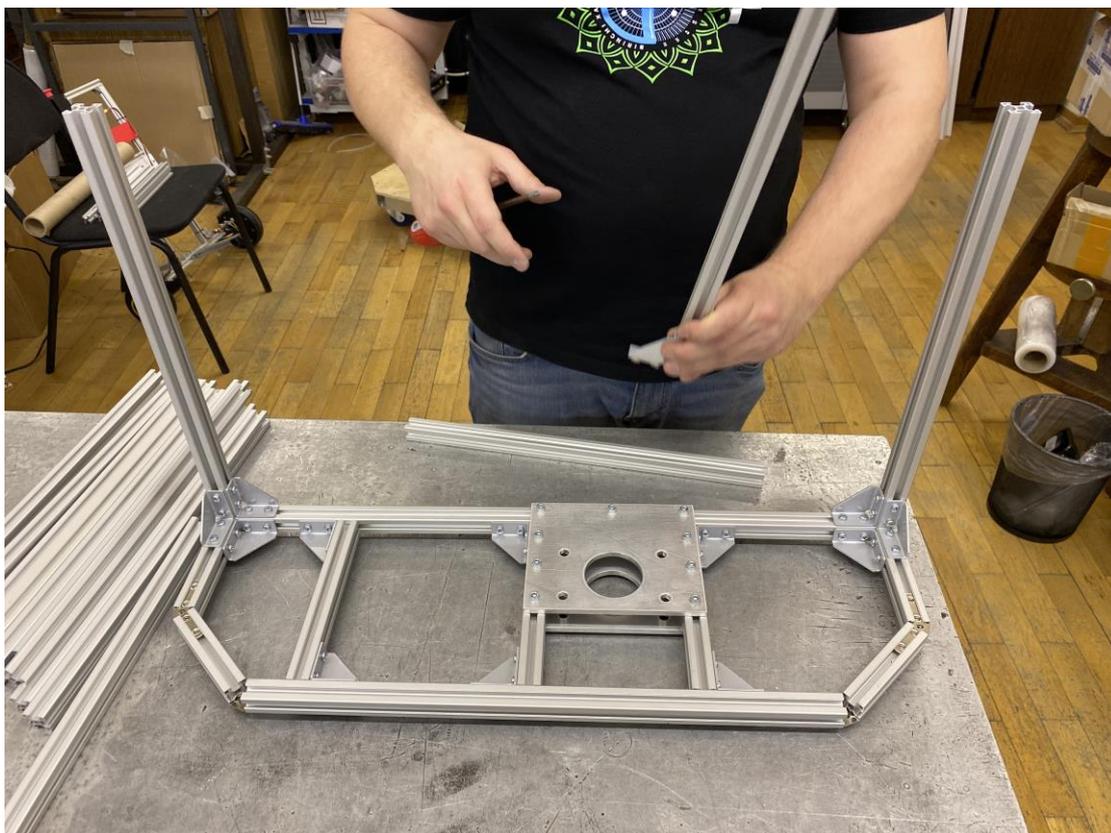




13. Начинаем собирать продольные балки:

13.1. С внутренней стороны одного из боковых каркасов (в нашем случае левого) устанавливаем два профиля (400 мм) по крайним верхним точкам





13.2. В нижних точках делаем ОТСТУП 5 мм и устанавливаем еще 2 профиля





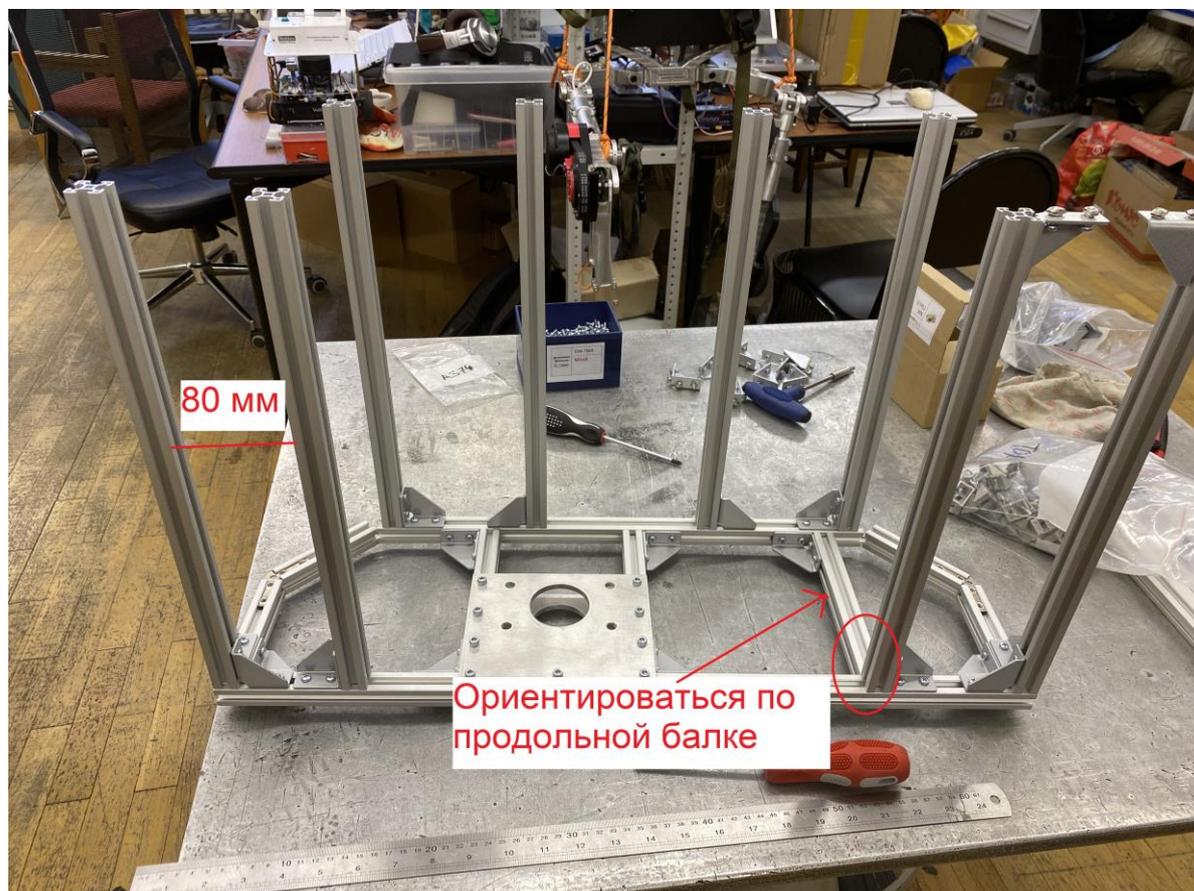
13.3. Устанавливаем нижний средний профиль на расстоянии по 120 мм от крайних профилей:



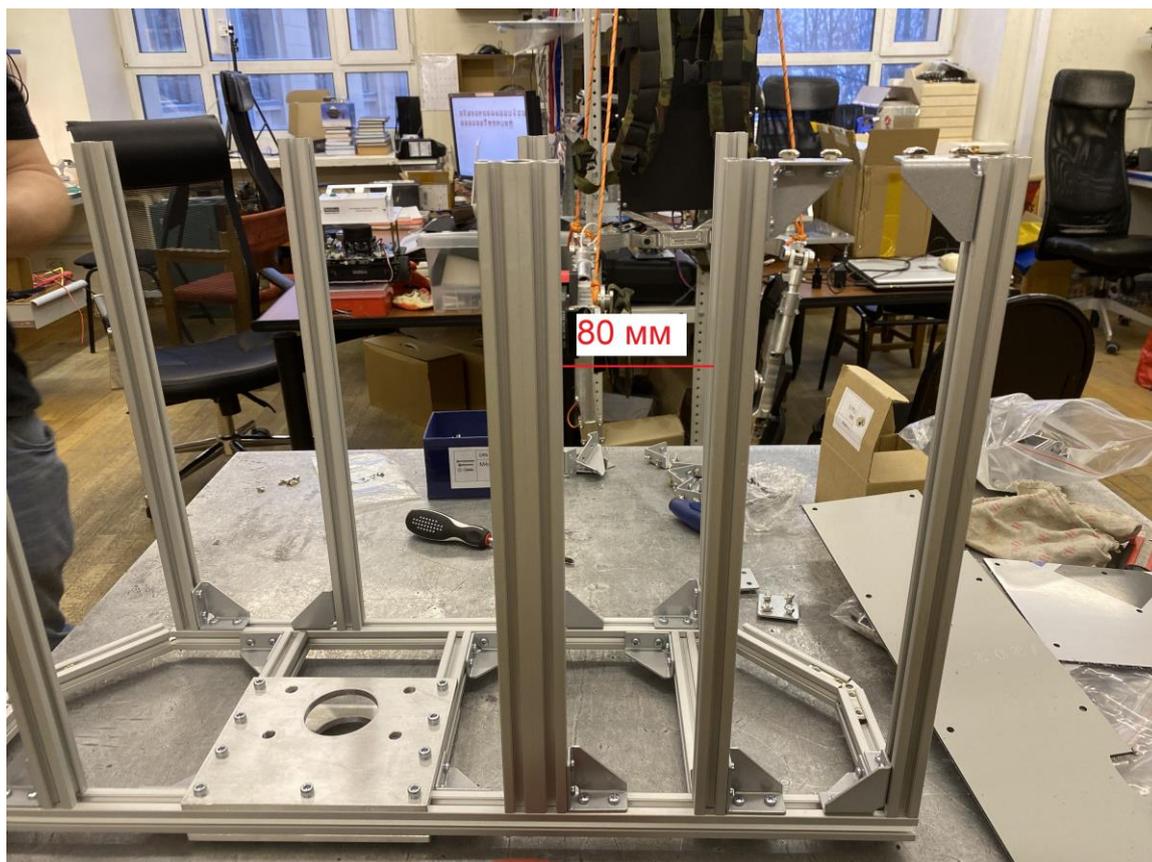
13.4. Проверяем, что в отверстия видны центральные линии профиля



13.5. Прикрутить две верхних средних профиля

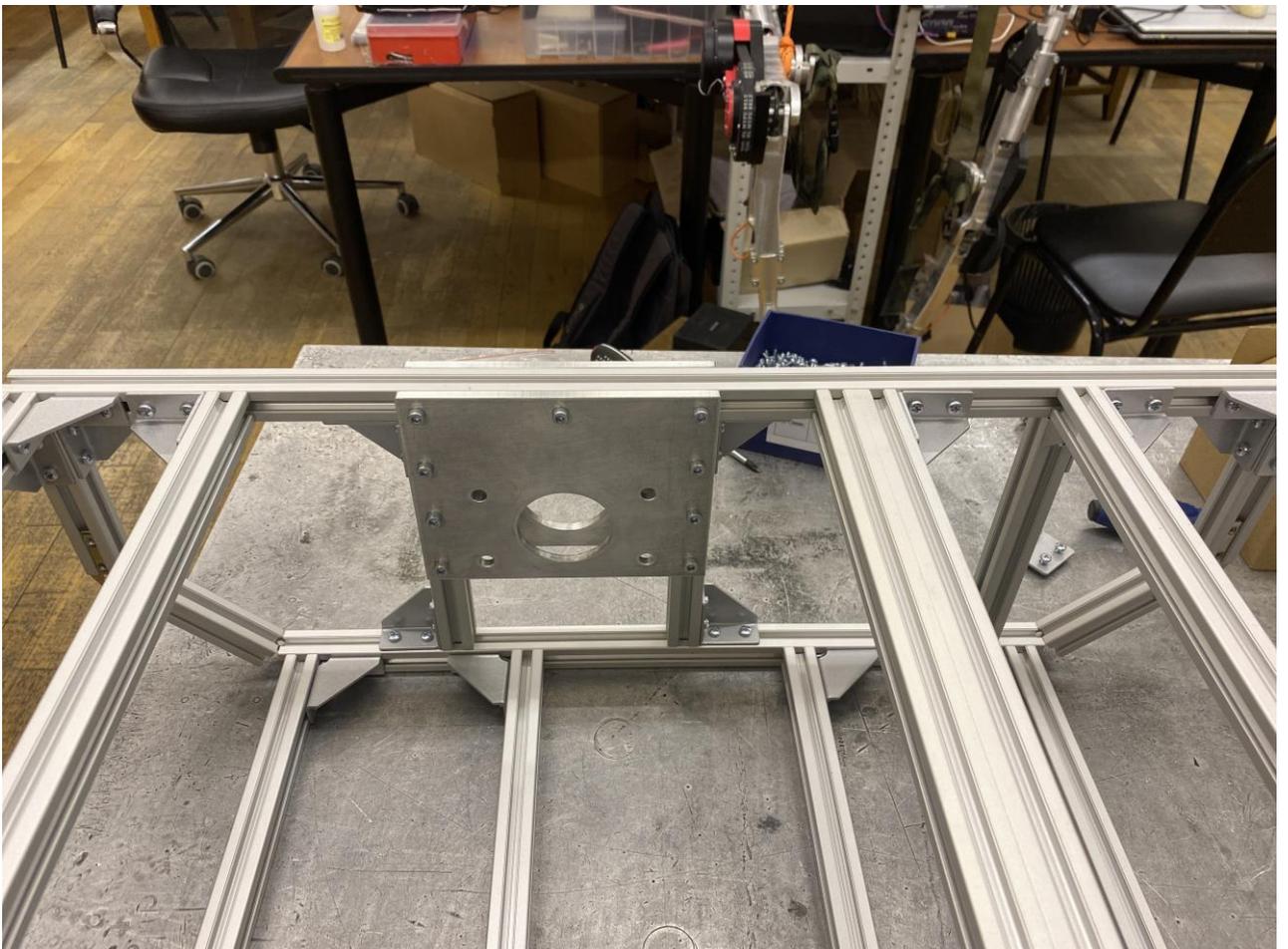
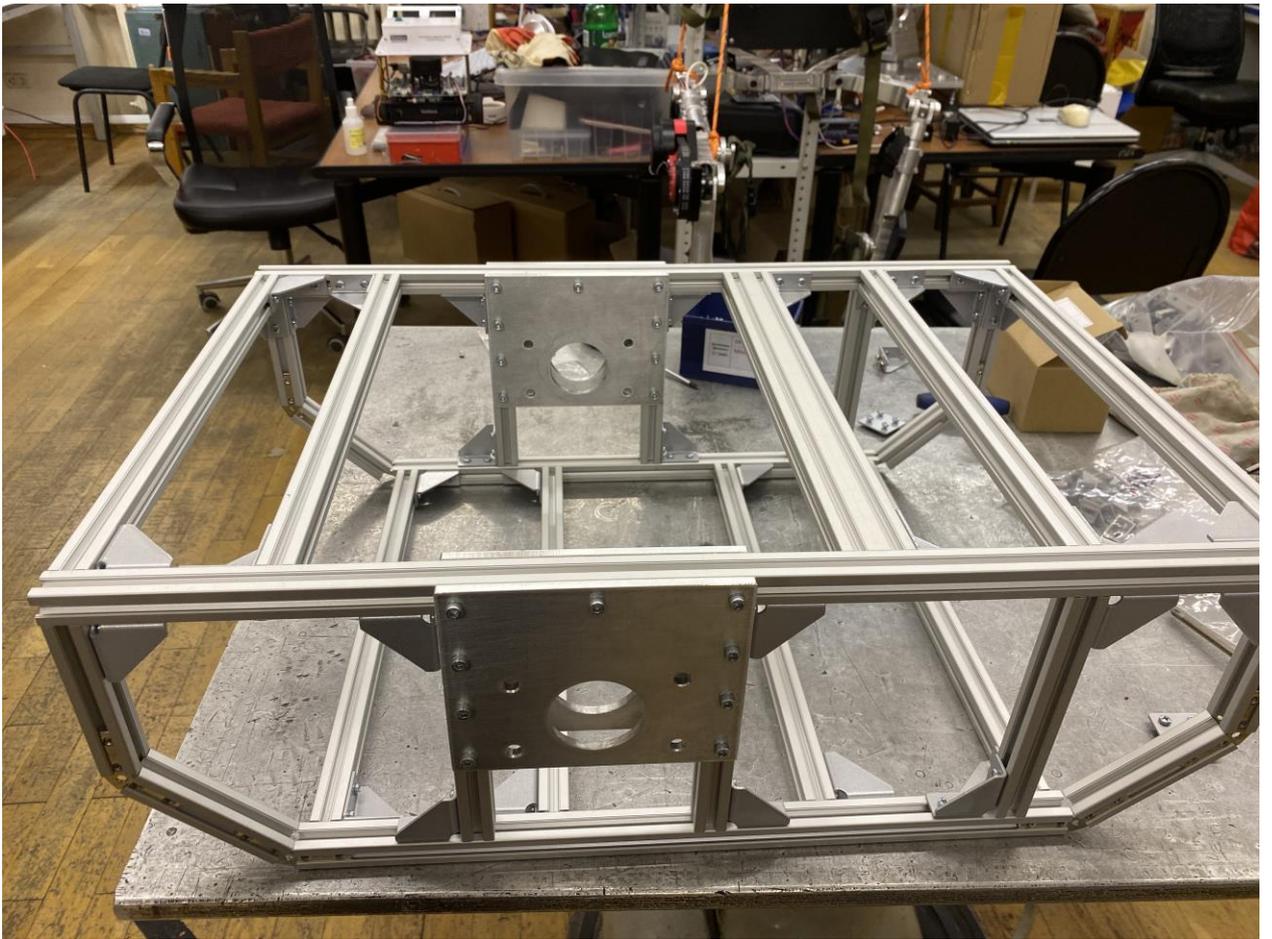


13.6. Установить двойной профиль на верхнюю часть

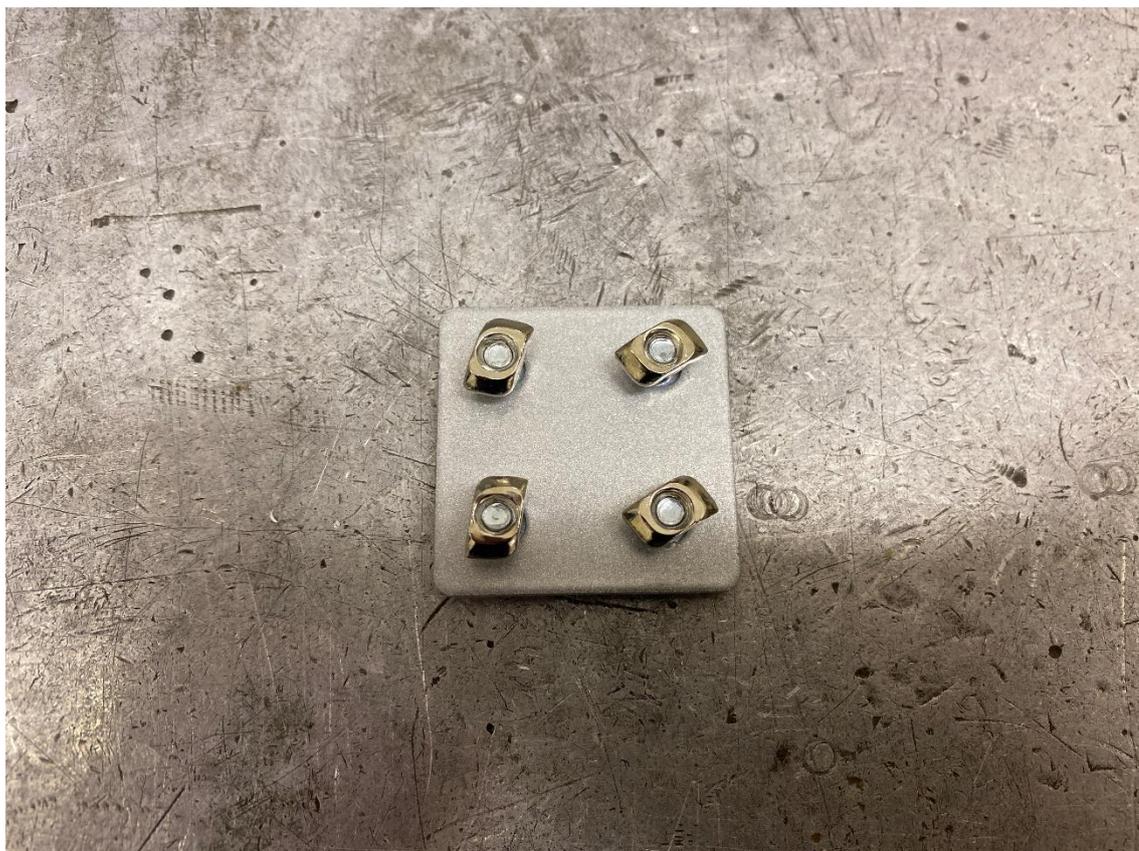


13.7. Устанавливаем вторую боковой каркас и скрепляем всё между собой с помощью уголков:

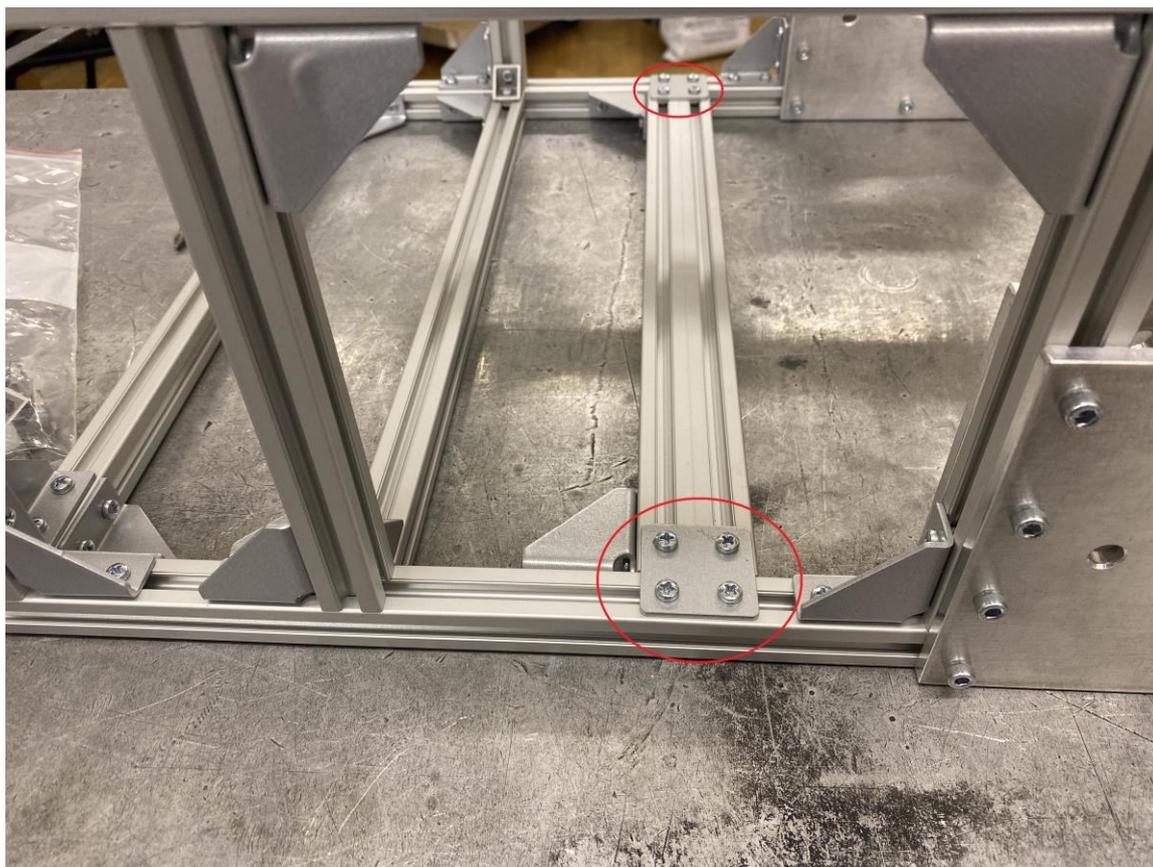




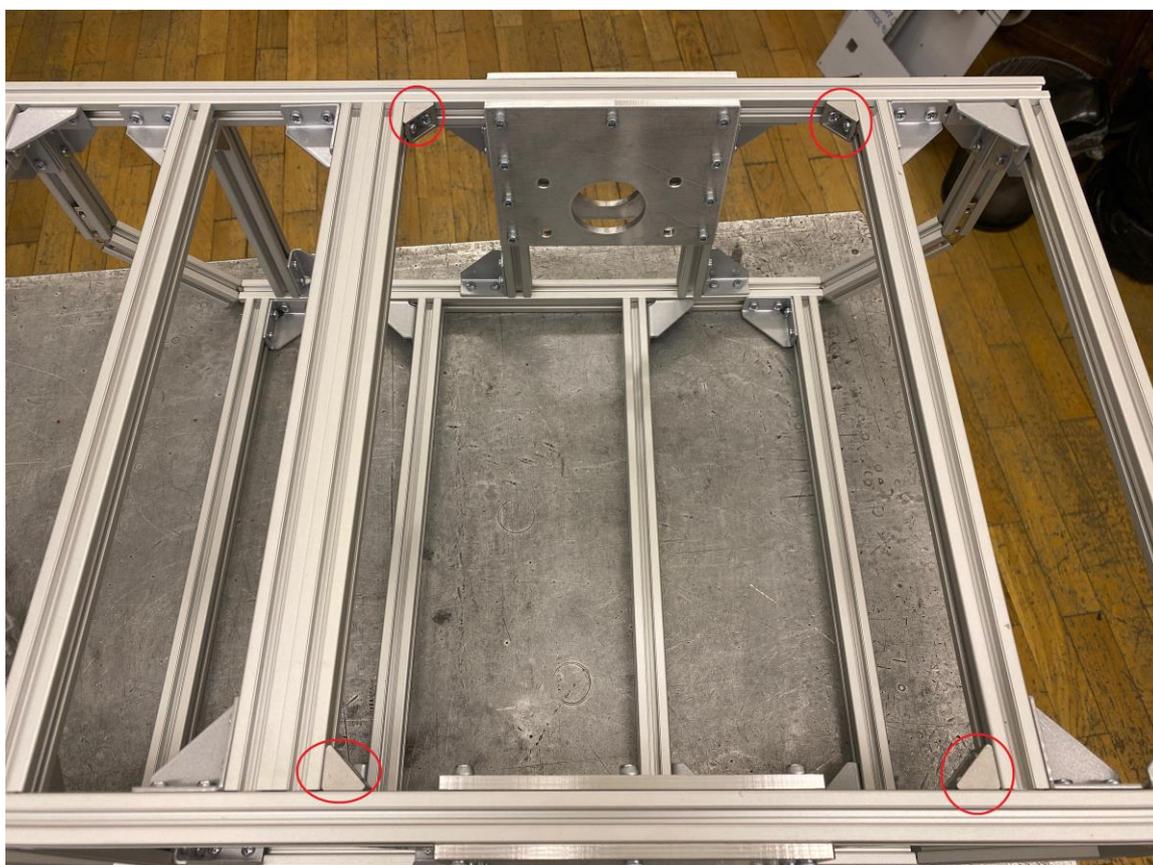
13.8. Подготавливаем 2 плоских пластины и 4 одиночных уголка с помощью винтов М4х8 и Т-гаек М4:



13.9. С внутренней стороны каркаса к сдвоенным балкам прикручиваем плоскую пластину:

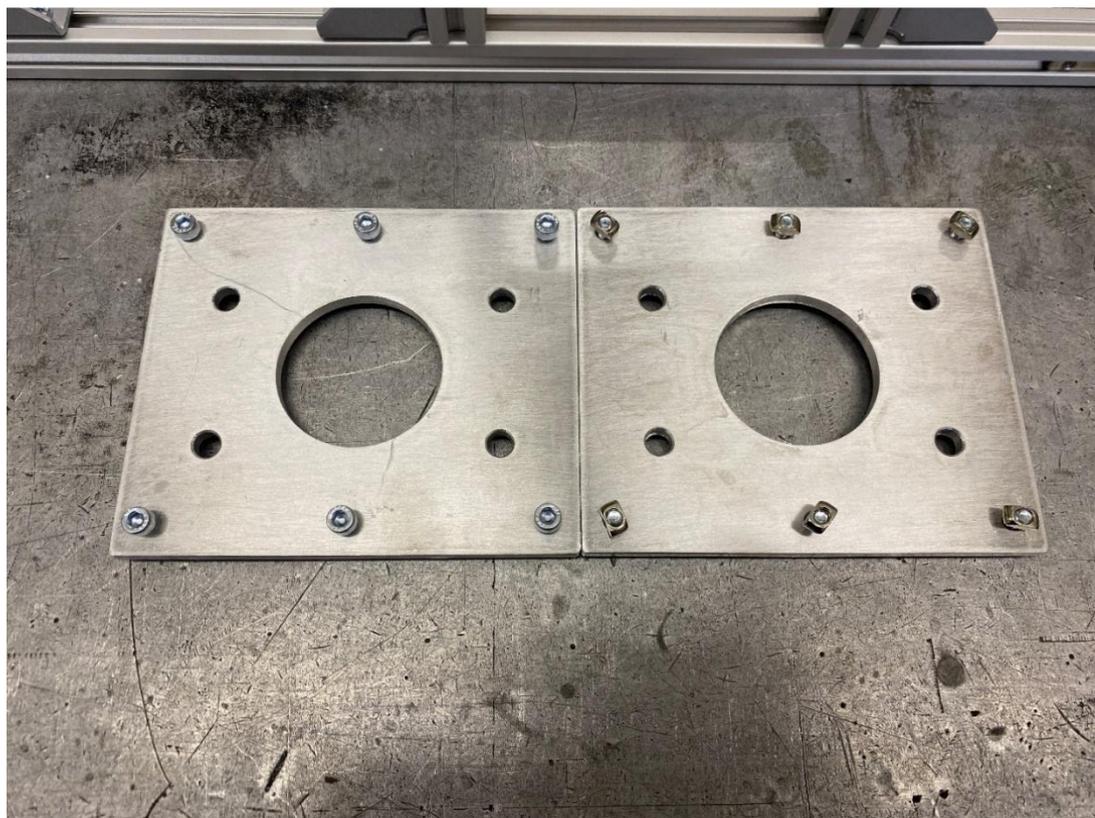


13.10. С верхней стороны также прикручиваем 4 одиночных уголка:

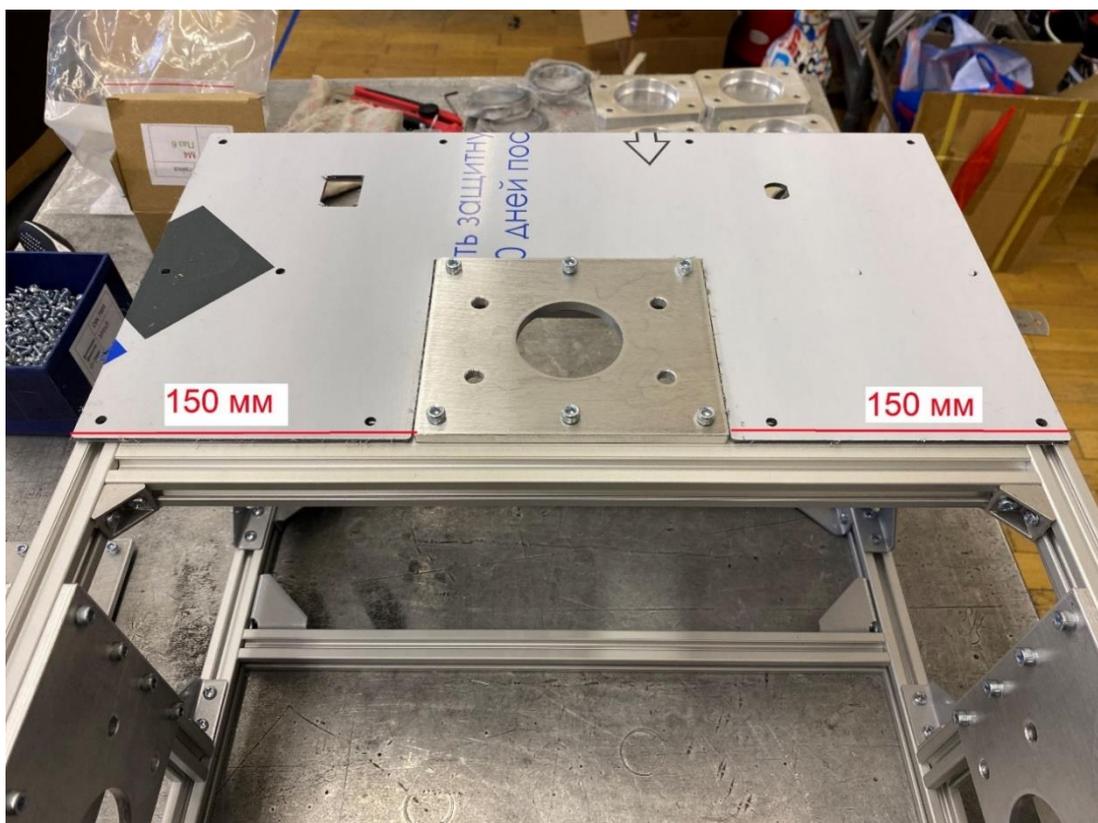


14. Сборка крепления для дифференциала:

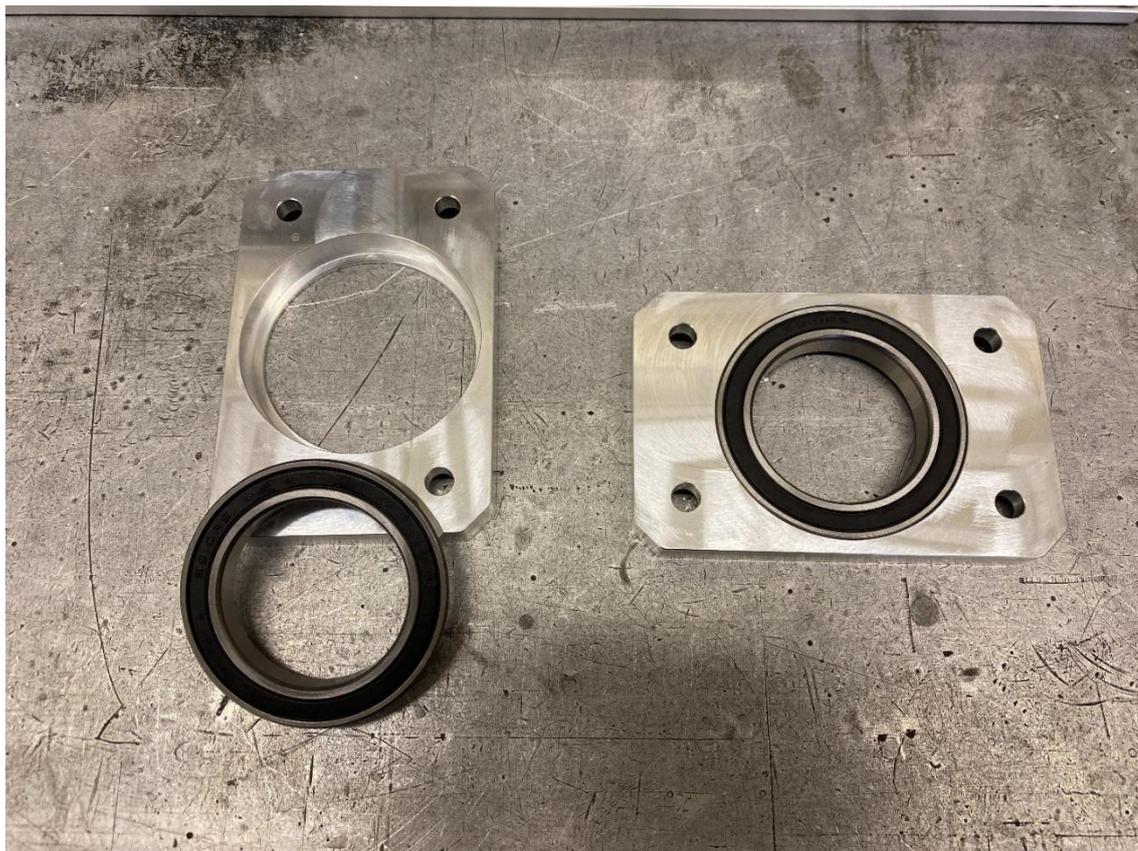
- 14.1. Подготовить 2 крепежные пластины для дифференциала с помощью 12 винтом М5х12 и Т-гаек М5



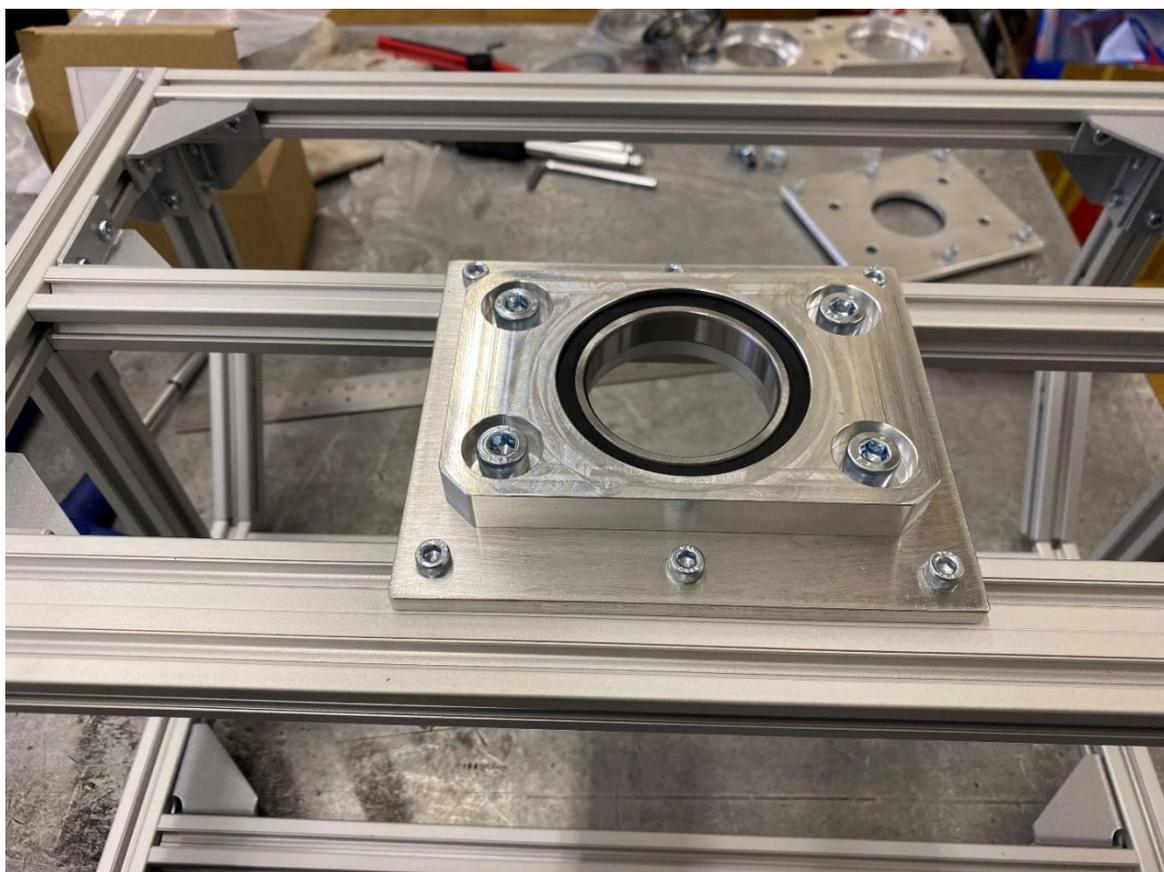
- 14.2. Установить первую пластину сверху ровера. Можно использовать часть обшивки для выравнивания. Закрепить.



14.3. Подготовить 2 крепления подшипников



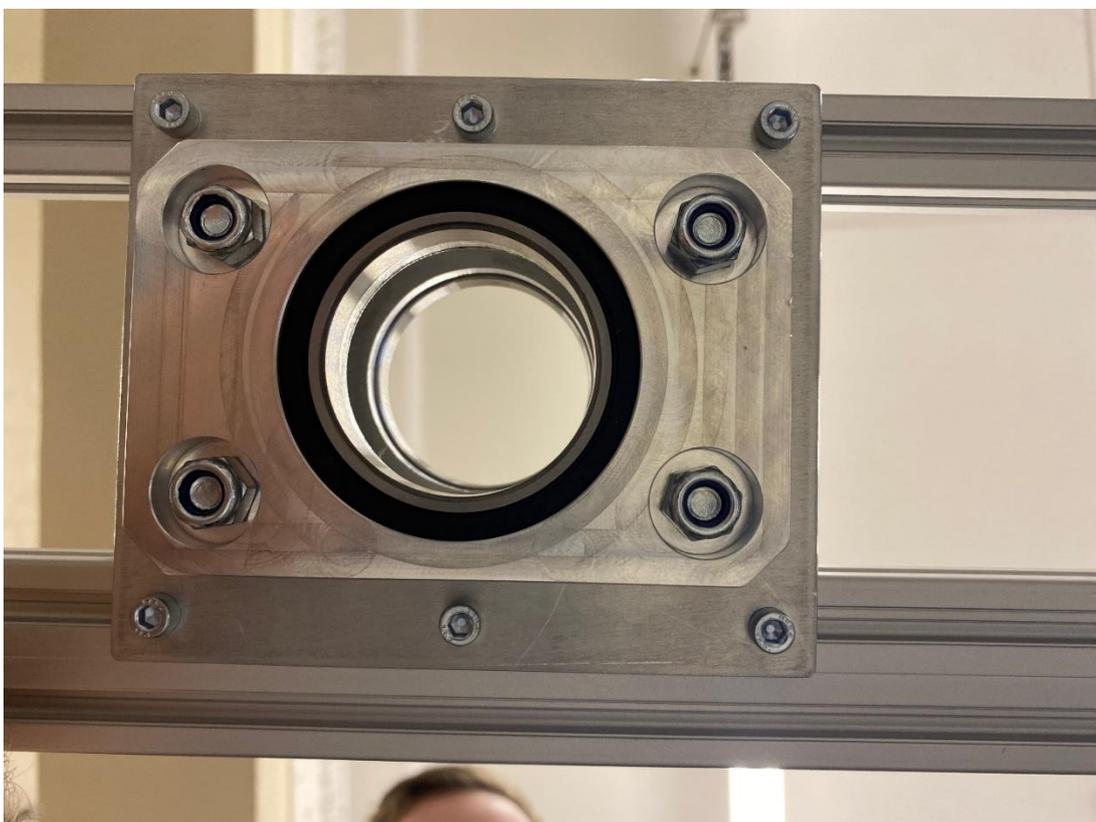
14.4. Установить одно из креплений сверху пластины и вставить 4 винта М8х55



14.5. Установить вторую крепежную пластину снизу и закрепить



14.6. Установить вторую крепление для подшипников снизу и закрепить стопорными гайками М8. Не закручивать - наживить

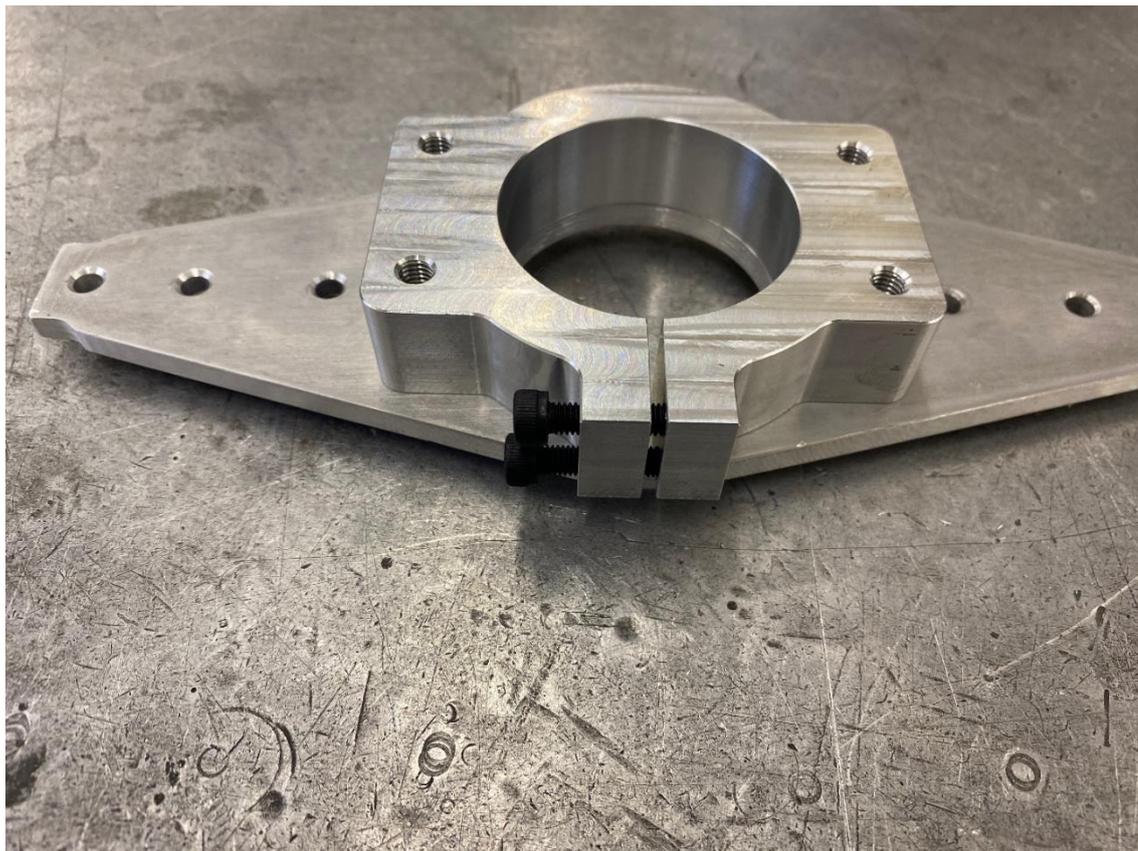


15. Сборка дифференциала

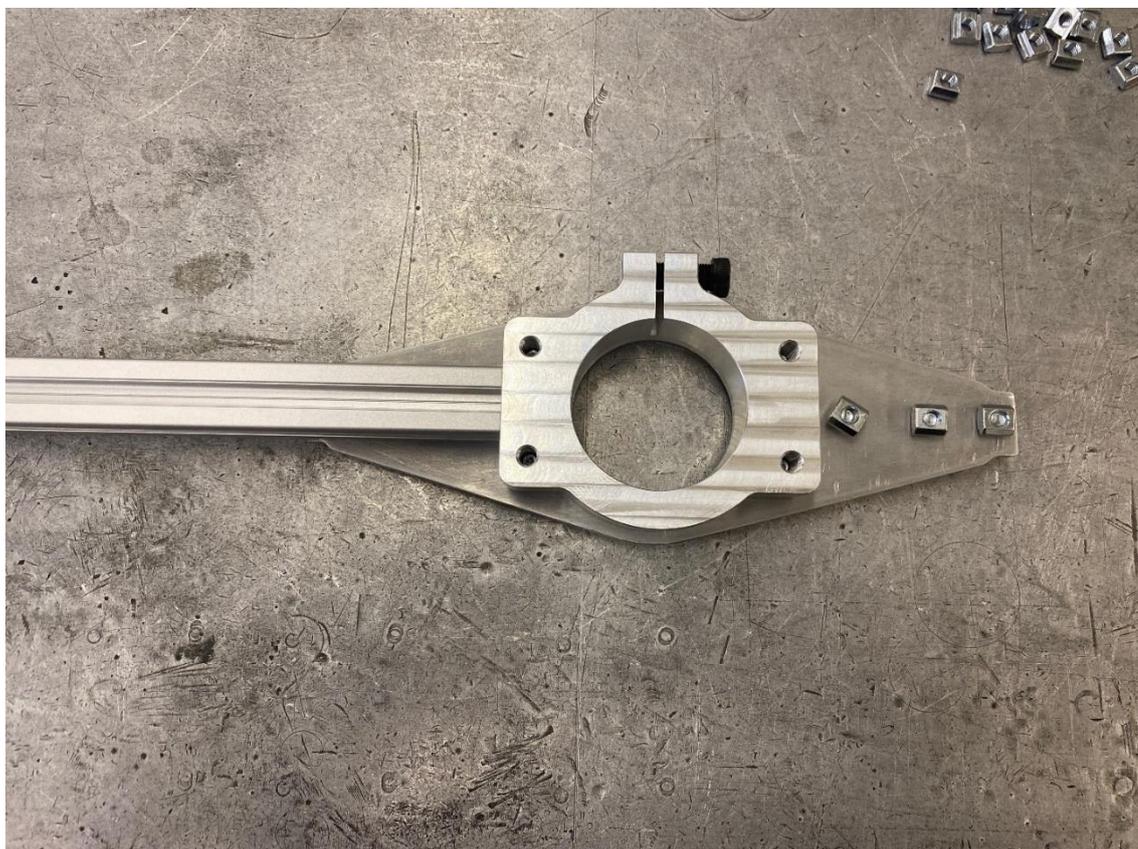
15.1. Наживляем металлических хомутов к нижней части дифференциала с помощью 4-х винтов М6х14



15.2. Вставляем в хомут два винта М5х22 черные (усиленные)



15.3. Подготавливаем крепежную пластину. С двух сторон накручиваем 6 пазов-сухарей М5 с помощью 6 винтов М5х12:



15.4. Вставляем с двух сторон усиленный профиль 210 мм и затягиваем



15.5. Сверху вставляем вторую крепежную пластину. Сначала крепим её к хомуту винтами М6х14, потом добавляем пазы-сухари и винты М5х12



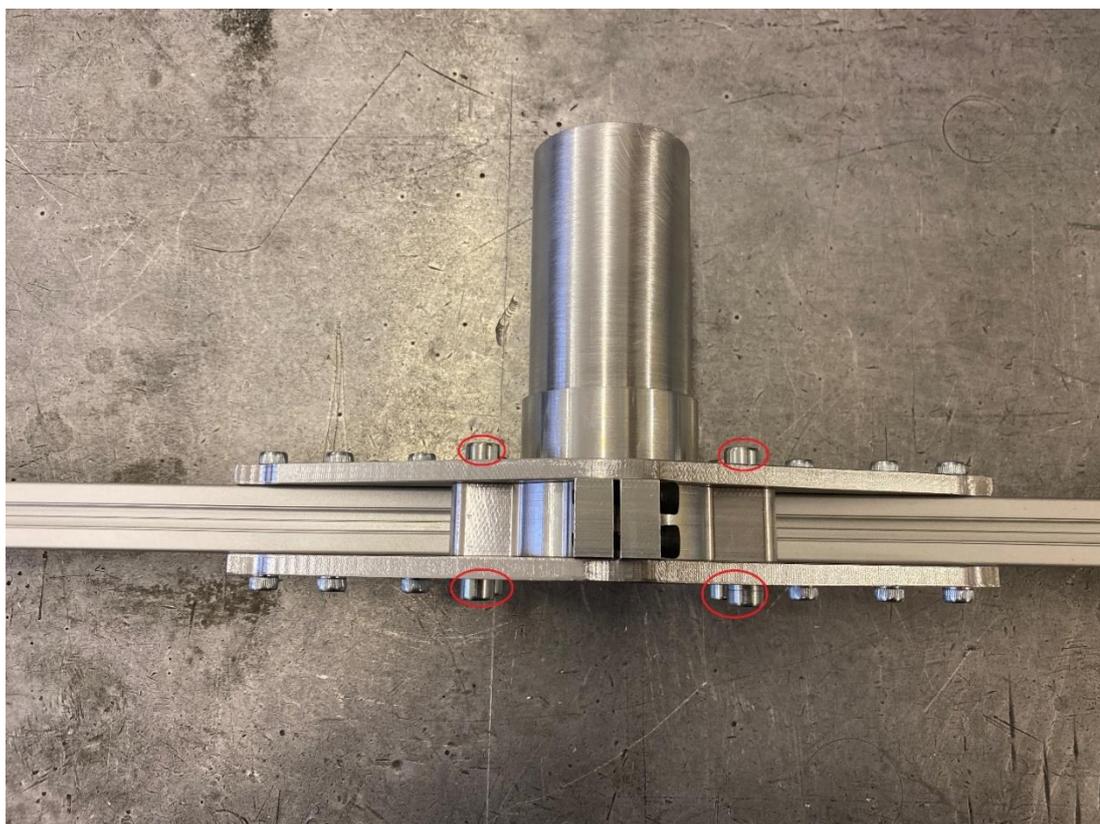
15.6. Подготавливаем 4 пластины для крепления шарниров с помощью винтом М5х12 и пазов-сухарей М5



- 15.7. С конца усиленного профиля собираем следующую конструкцию:
Перед тем, как затягивать вторую пластину для крепления шарниров
сначала вставьте сам шарнир и с верхней части дифференциала вставьте
M8x40 DIN912 и прихватите стопорной гайкой M8. Всё затяните.



- 15.8. Повторите с другой стороны
15.9. Вставьте ось дифференциала и закрепите выделенные винты:



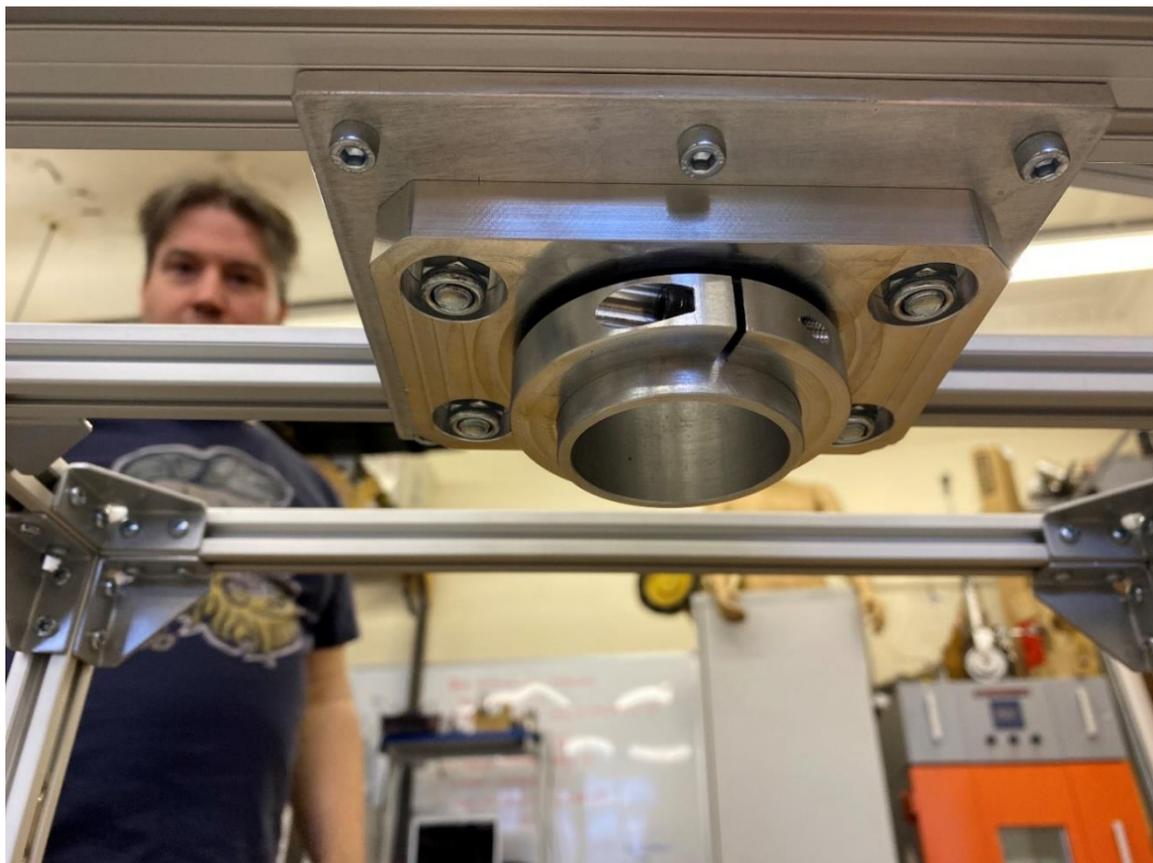
15.10. Закрутить гайки крепления дифференциала



15.11. В крепежное кольцо вставить усиленный винт М5х22



15.12. Установить внизу дифференциала крепежное кольцо и закрутить

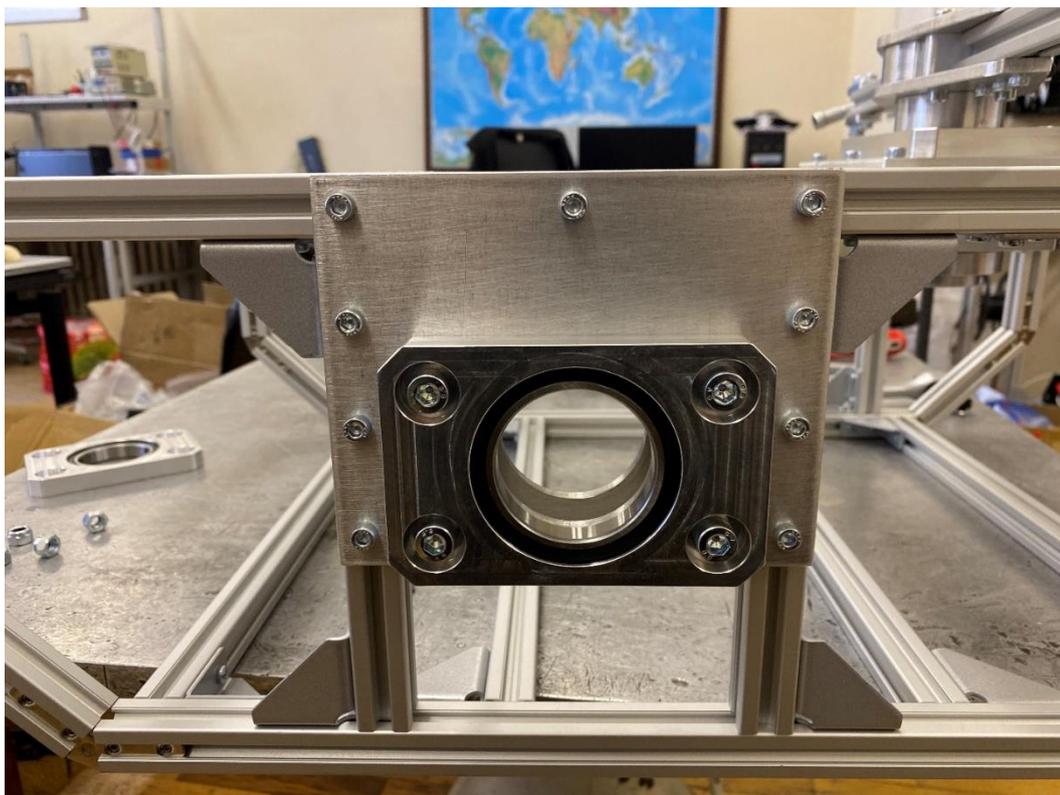


16. Сборка крепления для установки подвески

16.1. Подготовить 4 пластины для крепления подшипников



- 16.2. Установить одно из креплений в монтажной пластине используя 4 винта М8х55



- 16.3. С внутренней стороны ровера установить вторую пластину и прихватить её 4-мя стопорными гайками М8 (не затягивать)

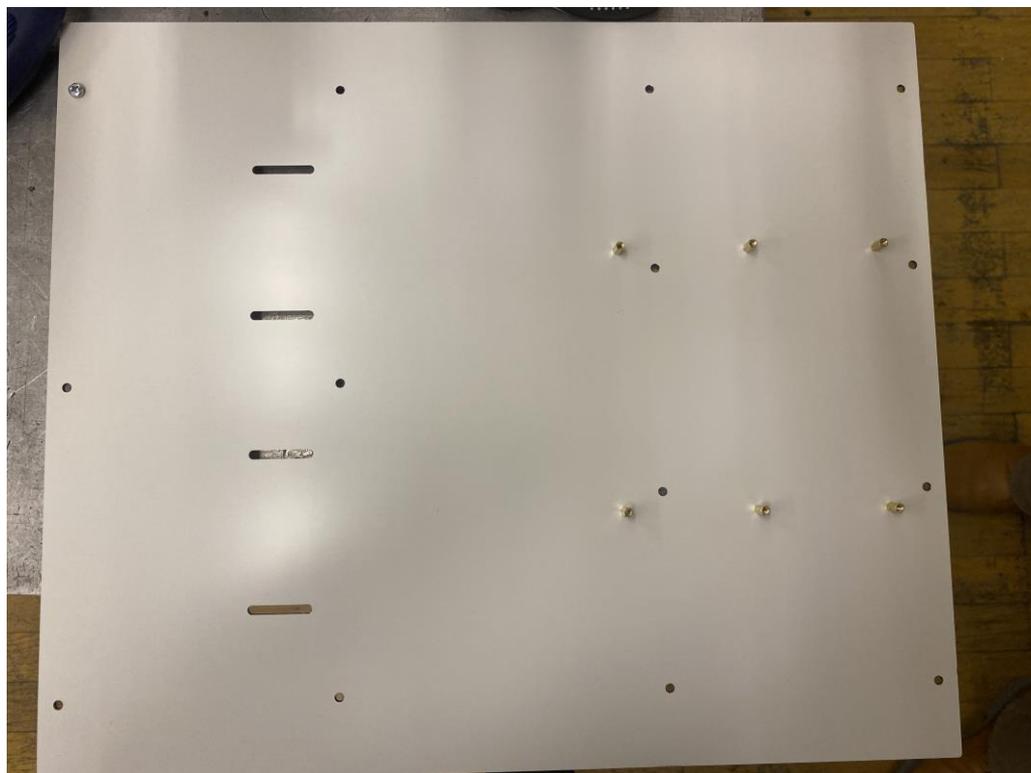


- 16.4. Повторить с другого борта.

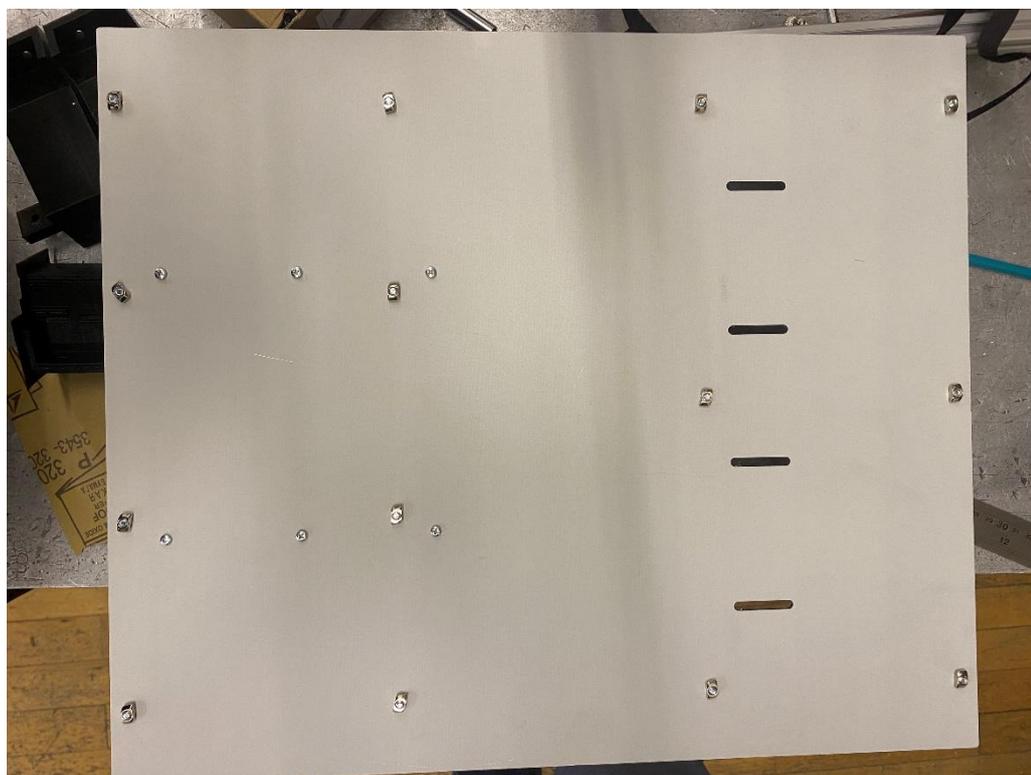
Глава 2. Продолжение сборки каркаса

1. Сборка дна внутреннего отсека:

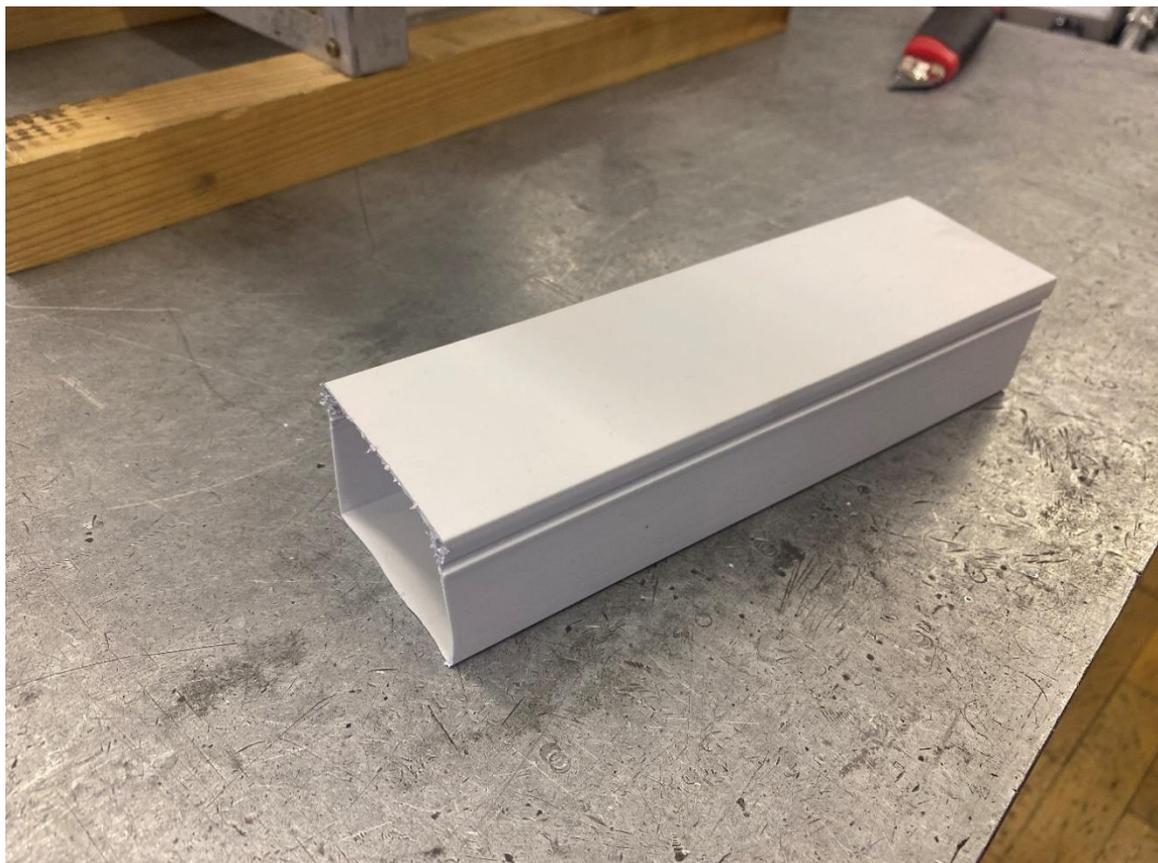
1.1. Прикрутить к дну стойки 10 ММ для крепления turtleboard



1.2. Прикрепить винты М4 с Т-гайками М4 для крепления к основанию



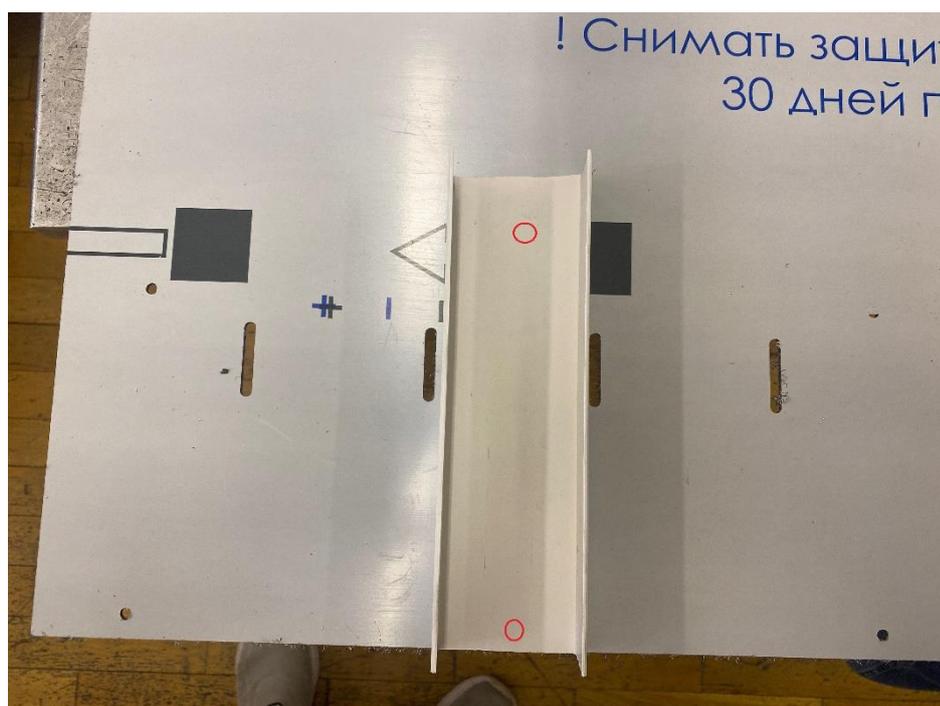
1.3. Из профиля 60x40 вырезать короб для проводов длиной 210 мм



1.4. Отрезать верхнюю часть



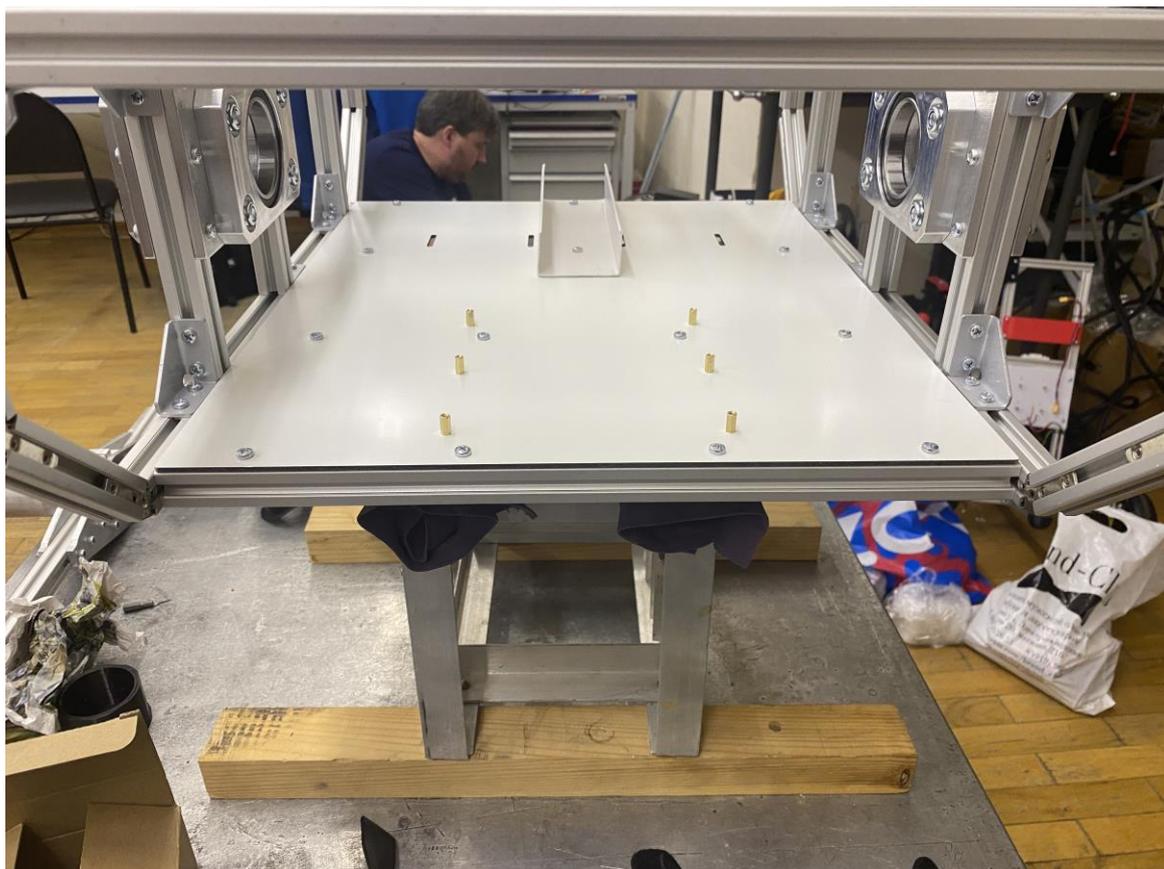
1.5. Выравниваем короб по пластине и снизу маркером ставим две метки для сверла. Ориентировочно, где метки.



1.6. Прикручиваем кабель-канал к дну:



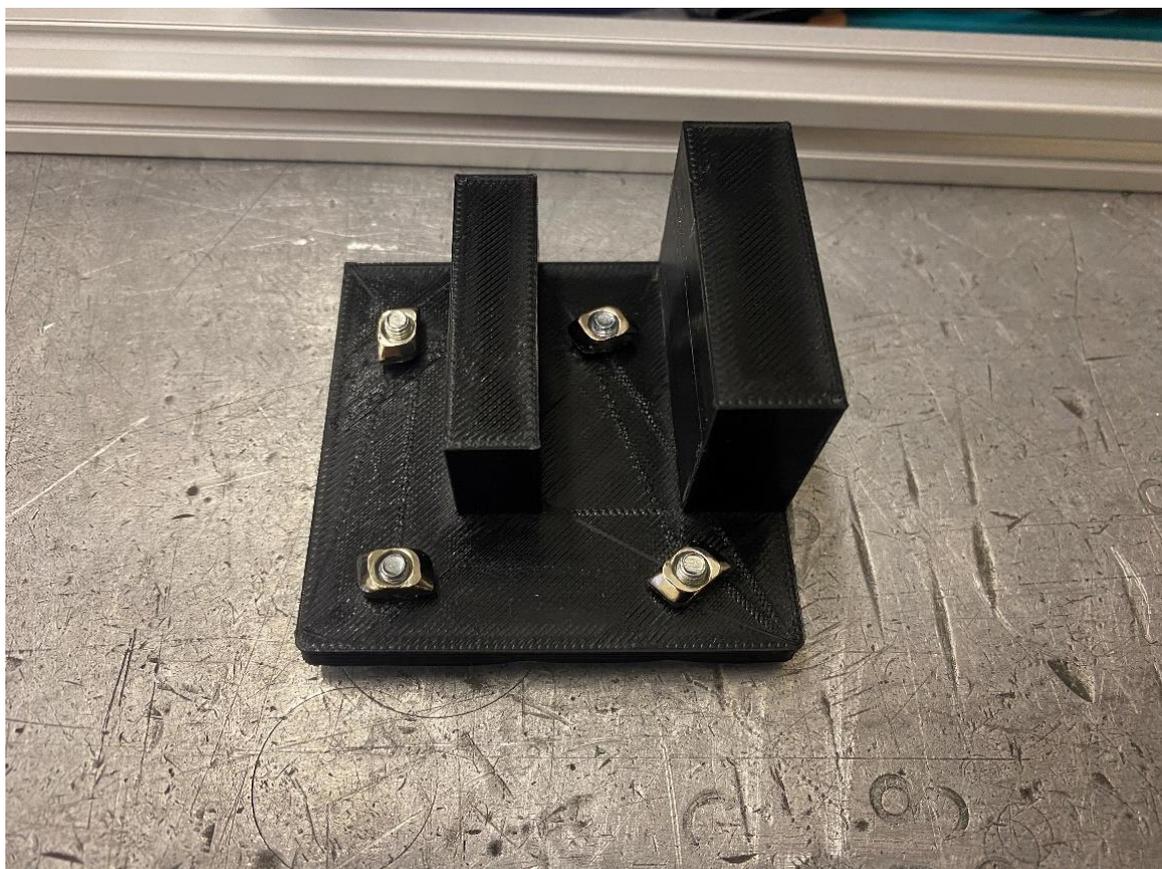
1.7. Установить пластину в ровера и закрутить



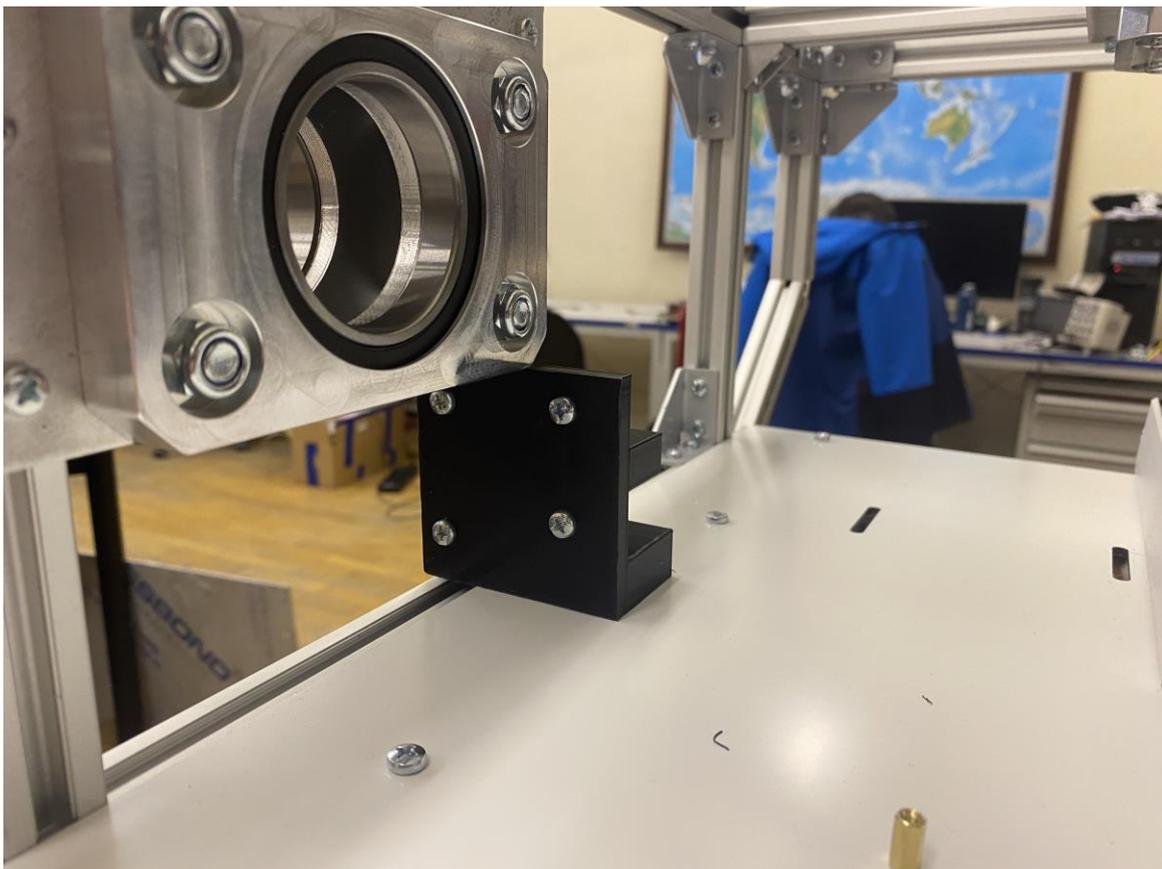


2. Сборка внутренней части

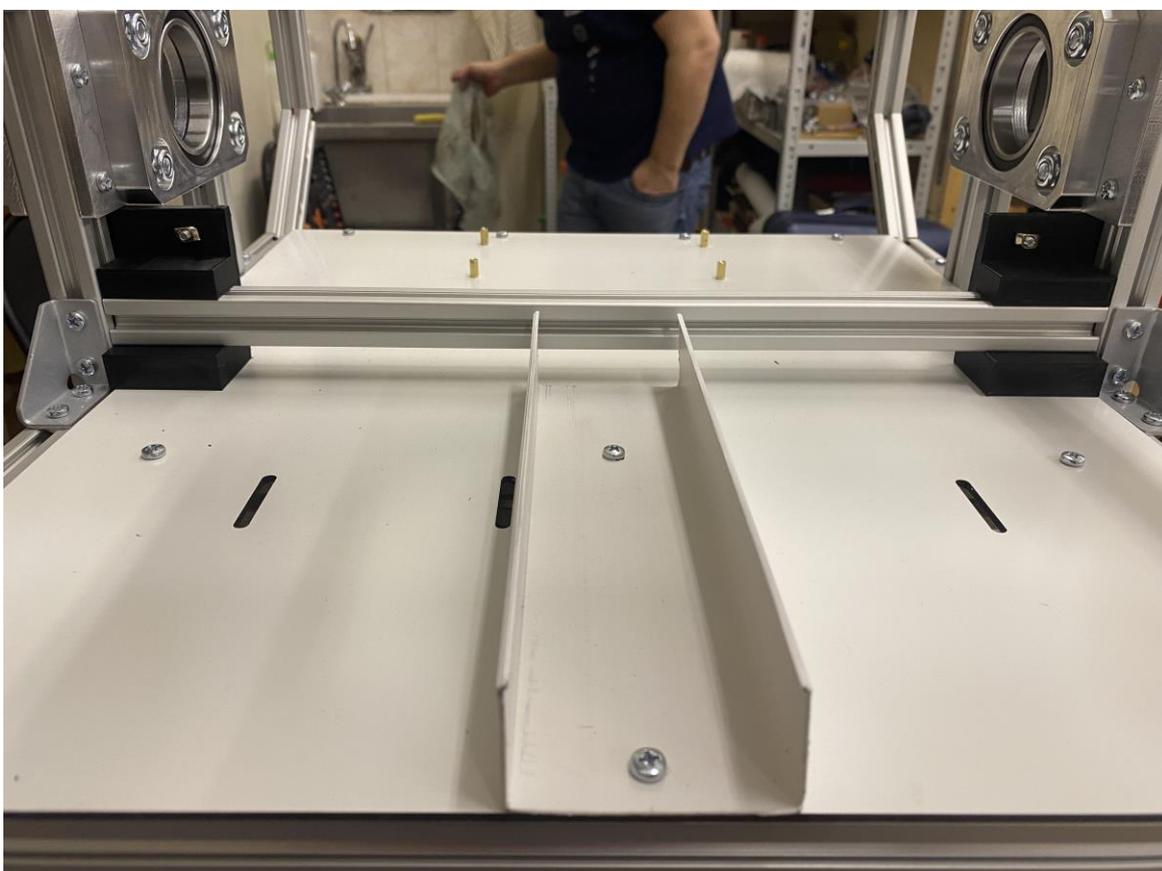
- 2.1. К двум деталям (крепления внутренней центральной балки), прикрепить Т-гайки М4 винтами М4х12



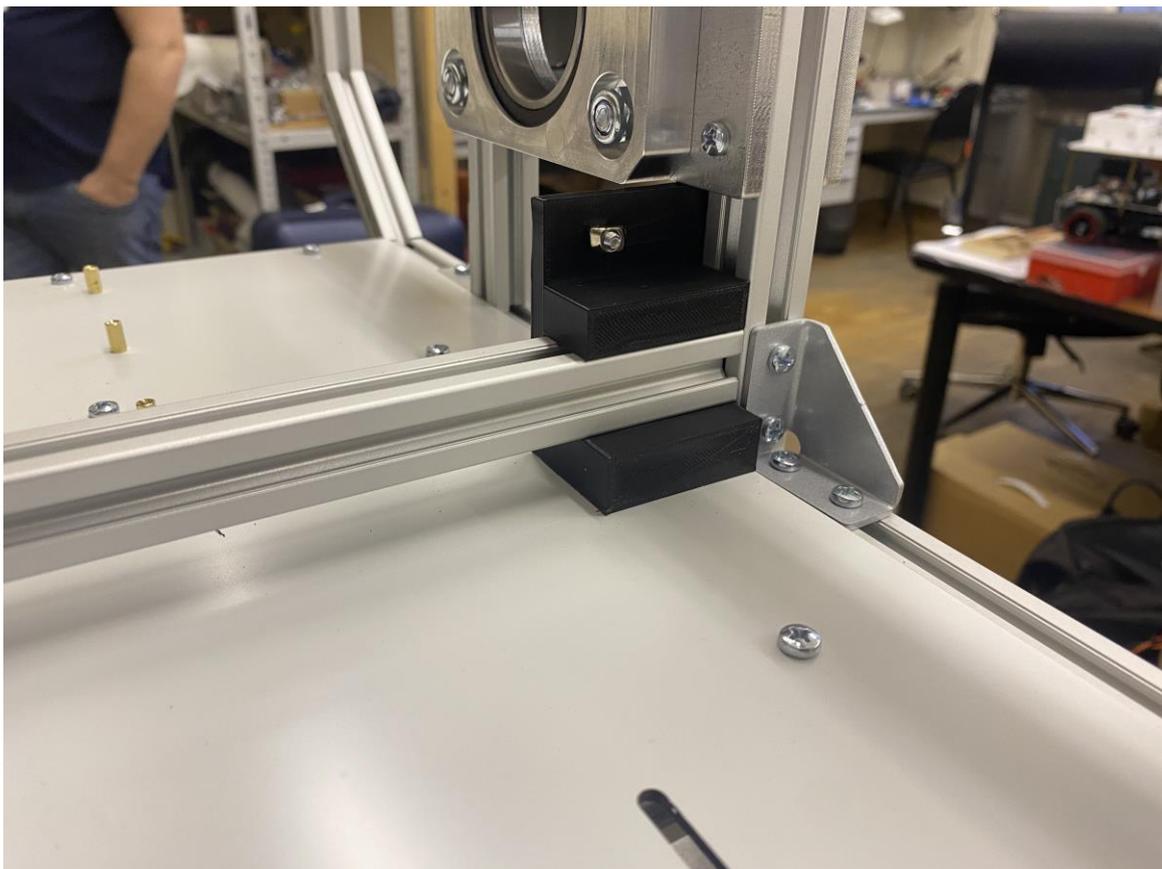
2.2. Проверить, что они нормально подходят по высоте



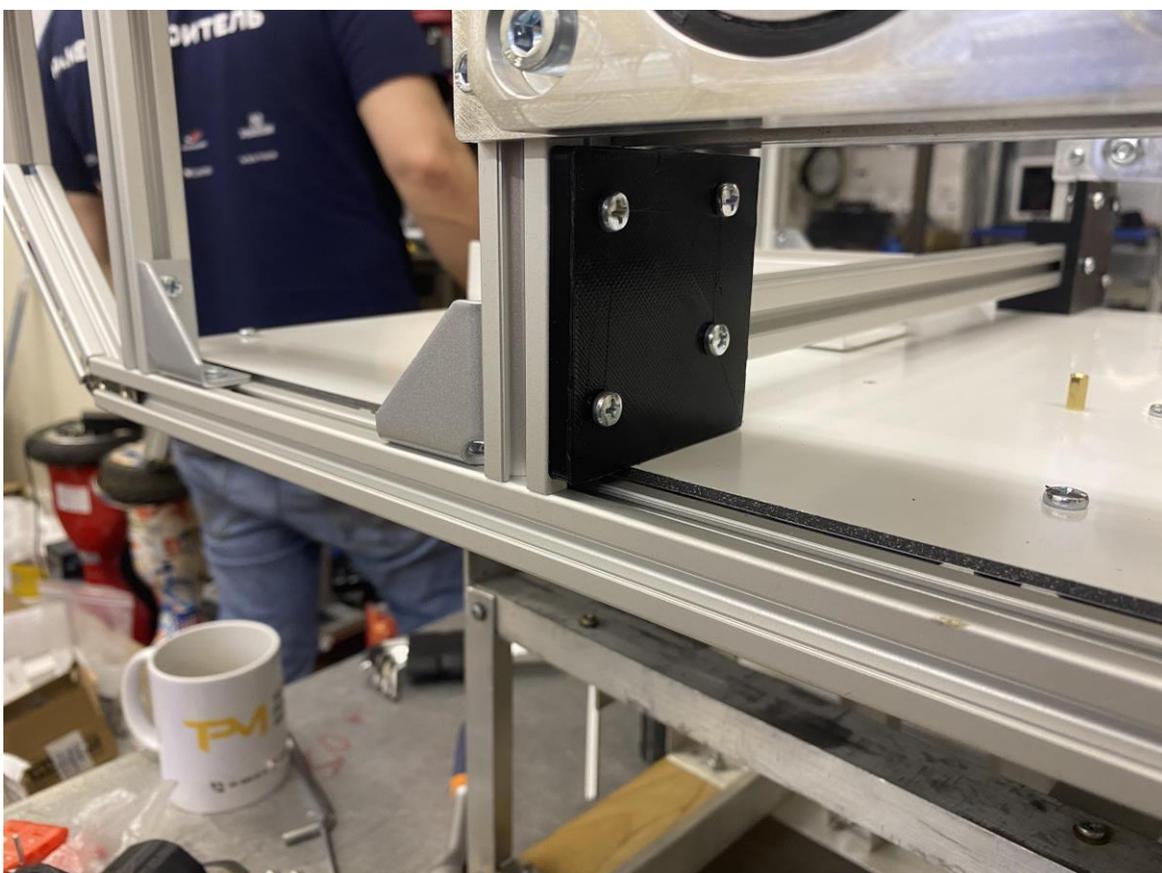
2.3. Вставить балку



2.4. Установить все Т-гайки в пазы каркаса

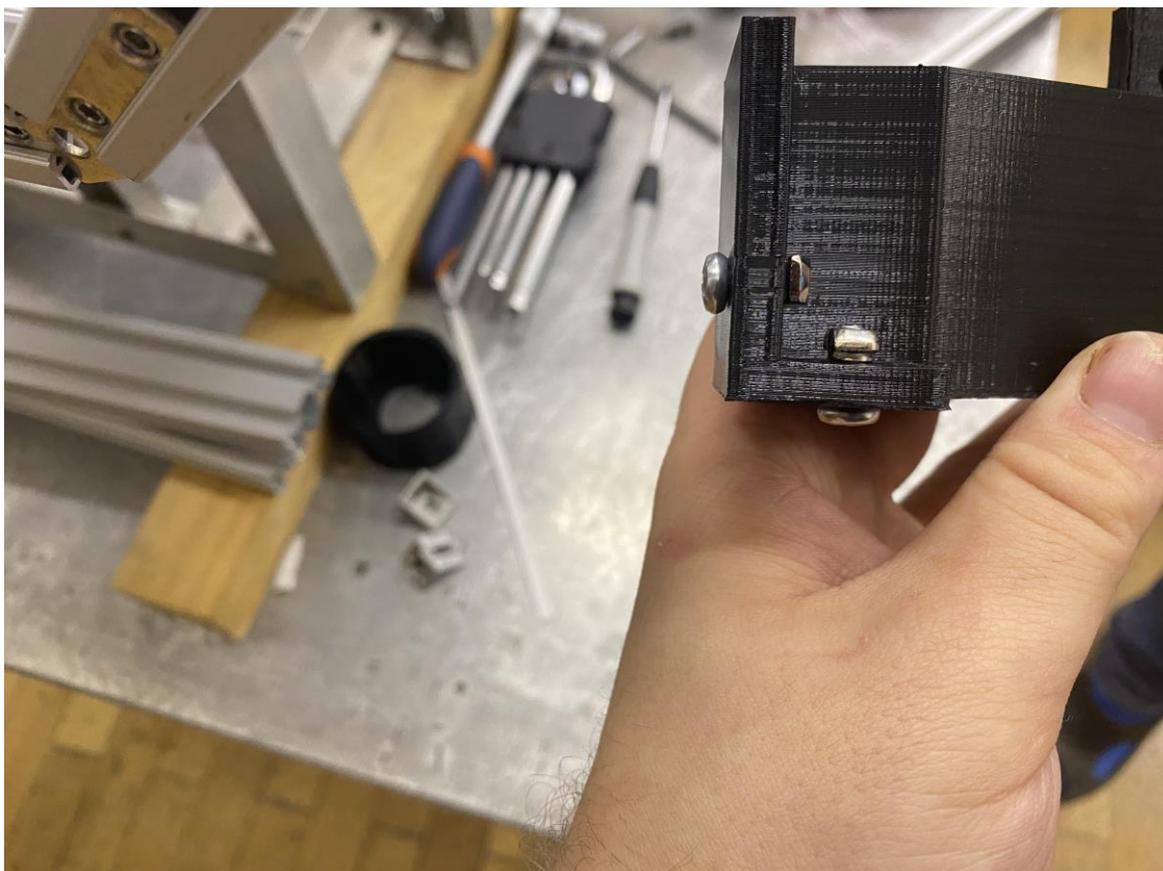


2.5. Затянуть. Тут лучше иметь короткую крестовую отвертку

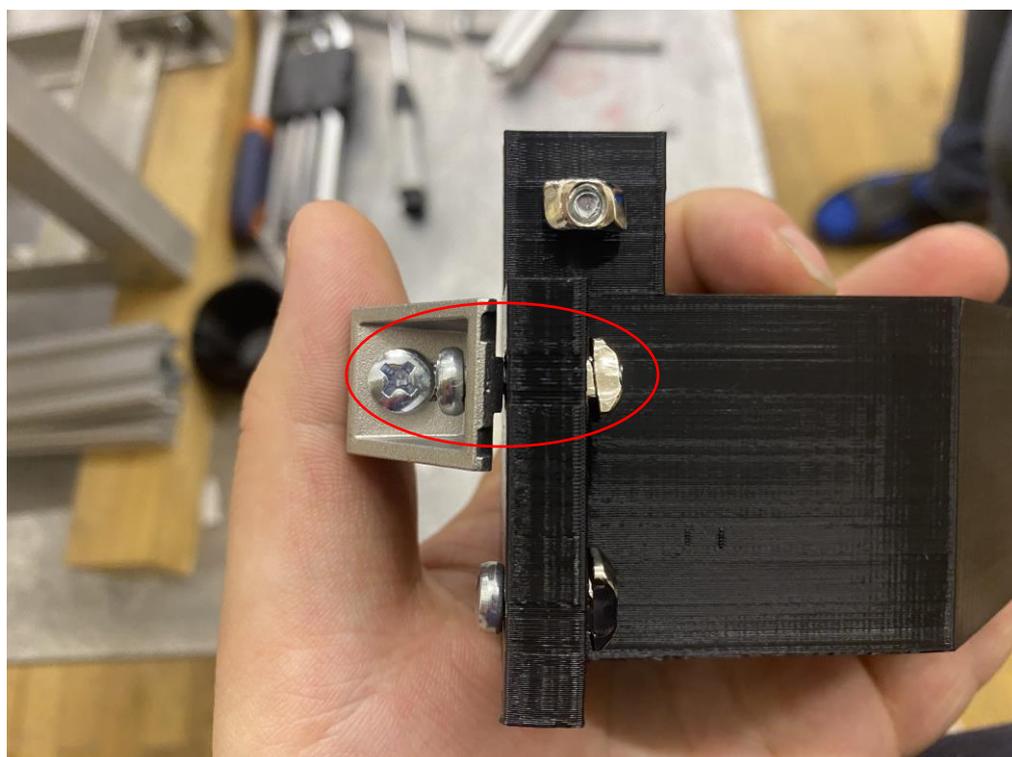


3. Сборка задних креплений внутренней рамы

3.1. Использовать 2 М4х10 для этой части



3.2. Использовать 1 М4х18 для крепления уголка к детали



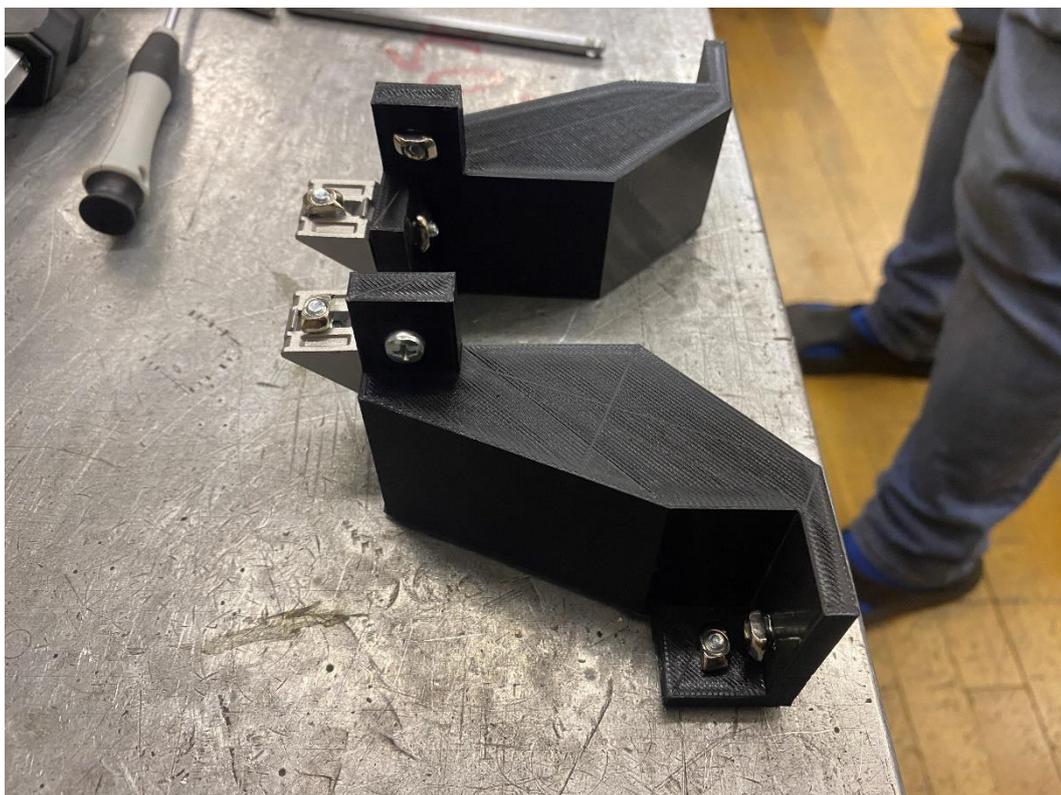
3.3. Использовать М4х8 для уголка



3.4. Для остальных отверстий использовать М4х12

3.5. Собрать по описанию два задних крепления

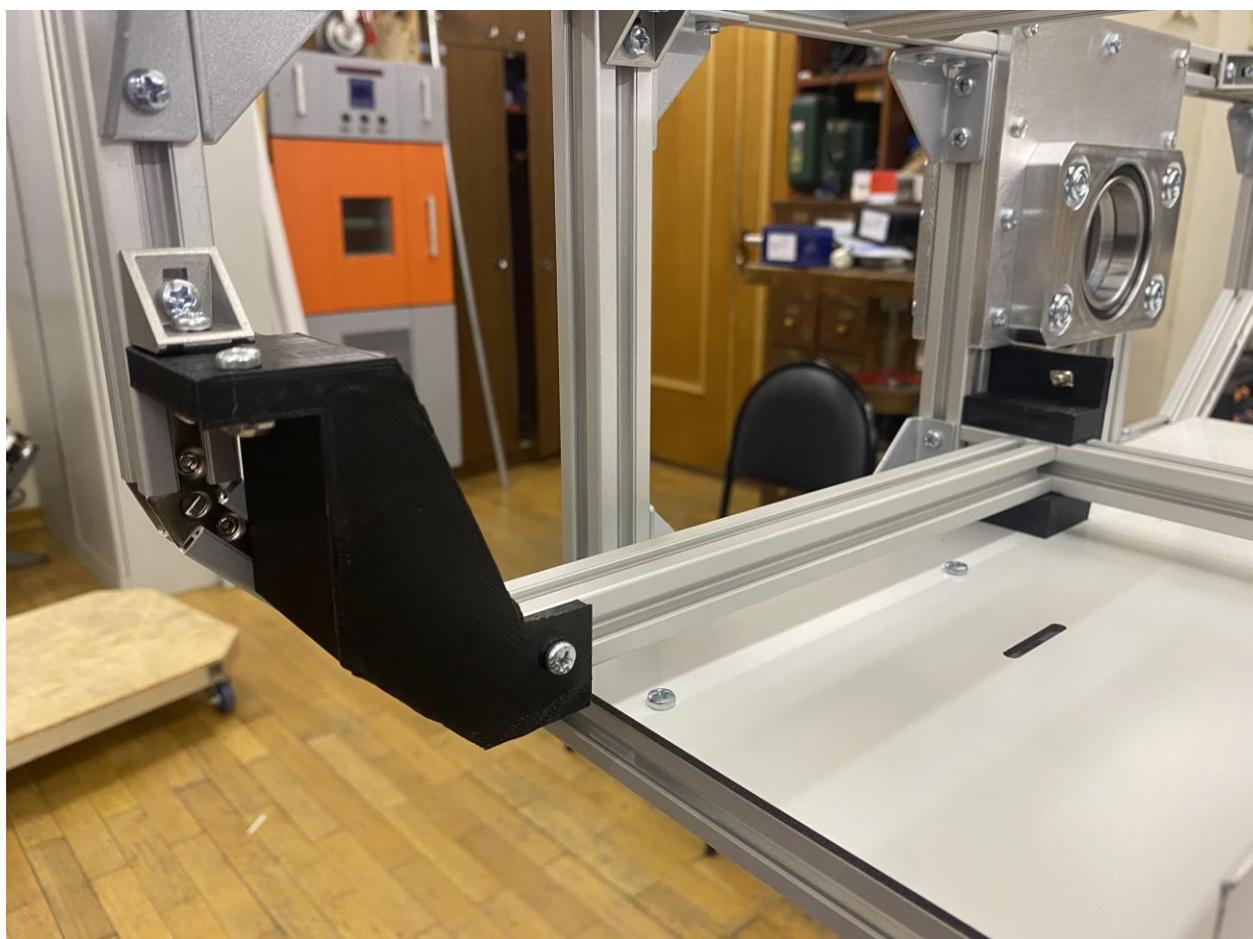
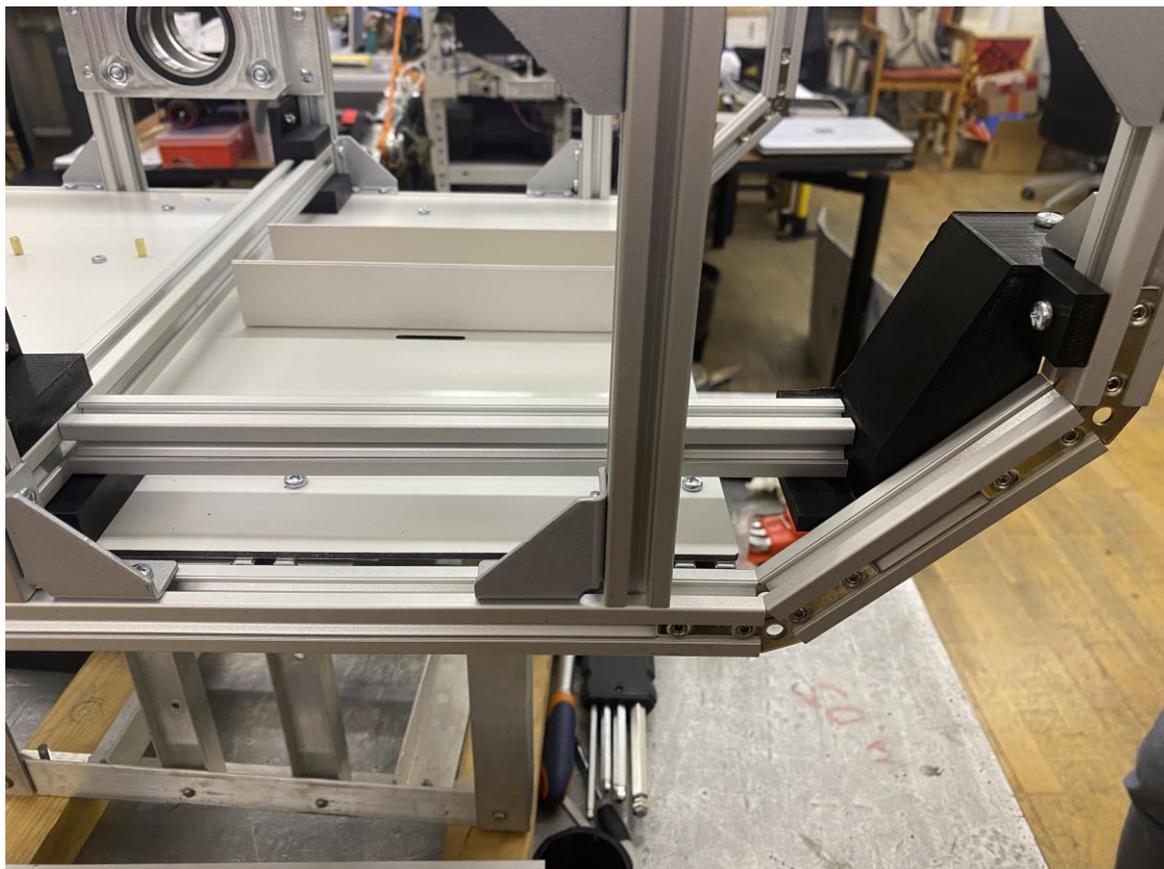


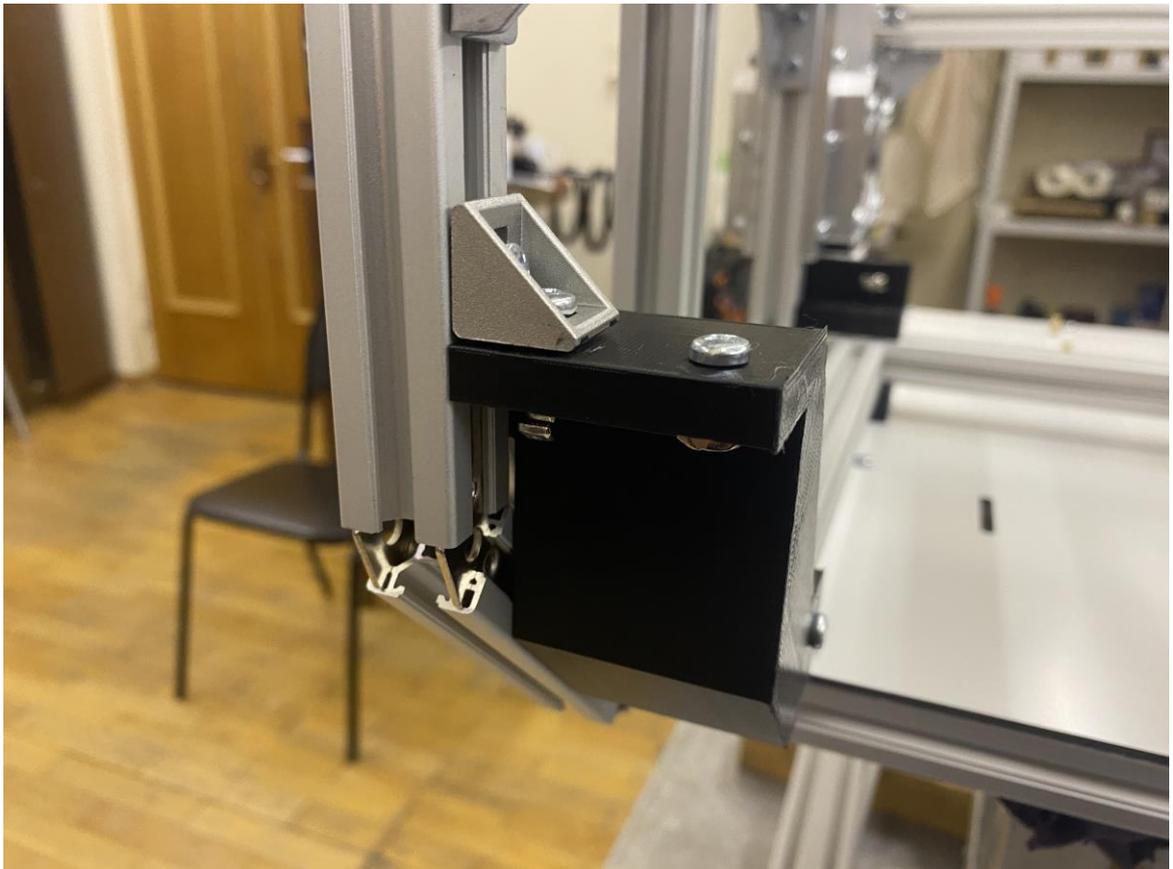


3.6. Крепим к деталям продольные балки

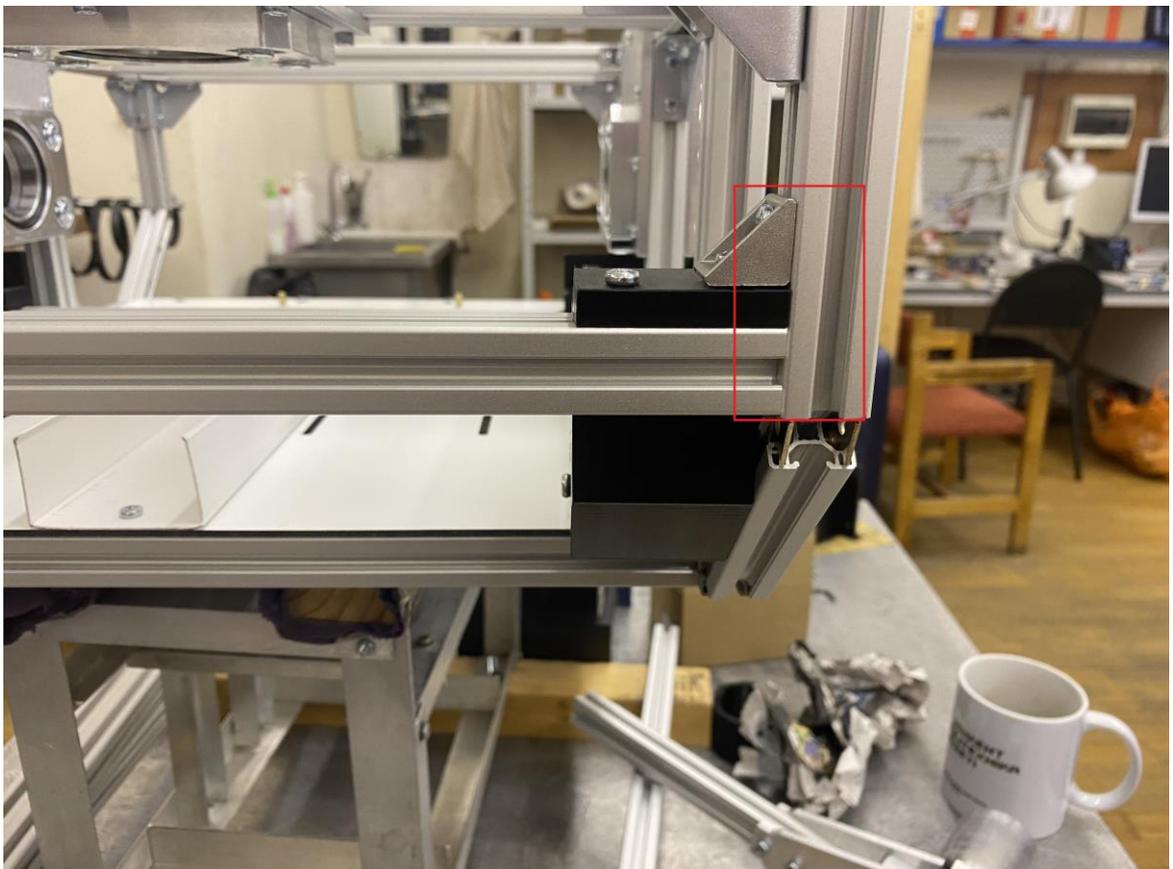


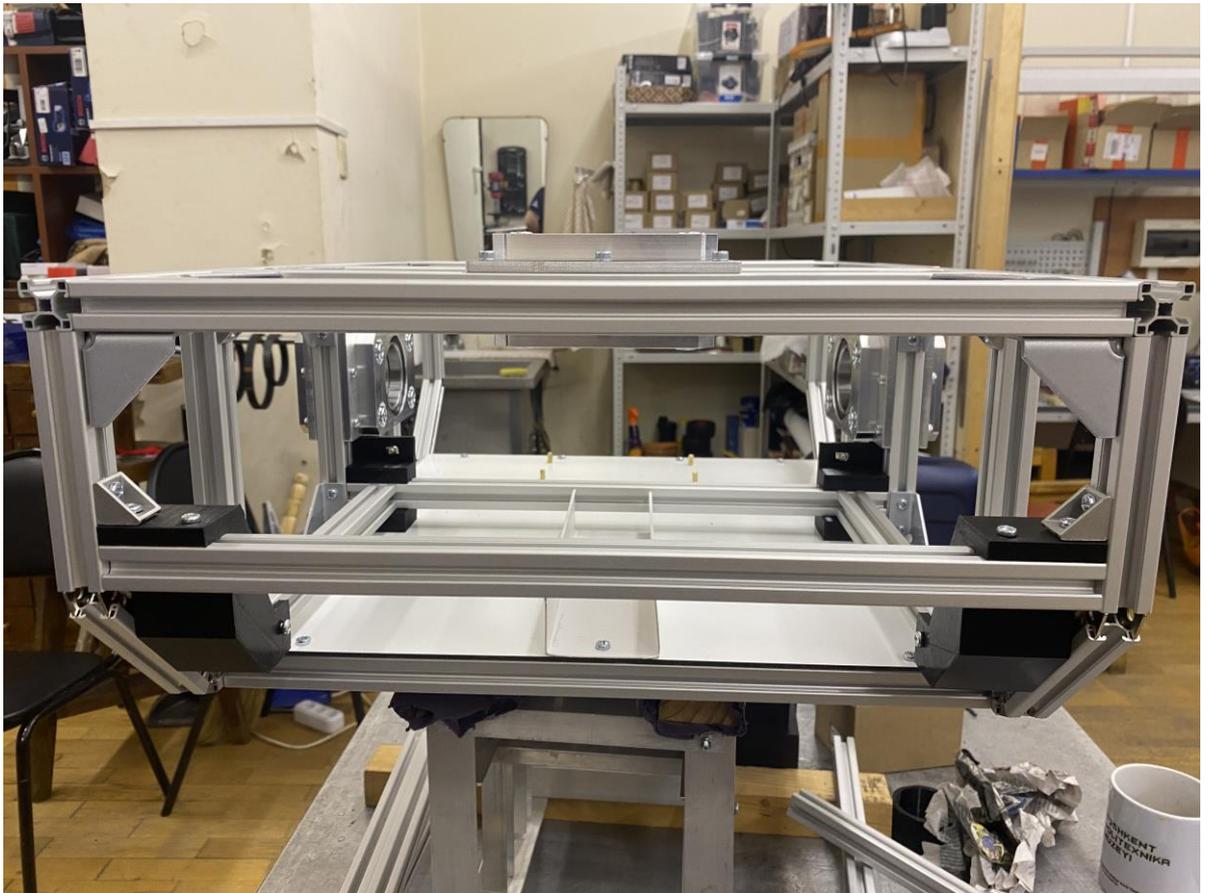
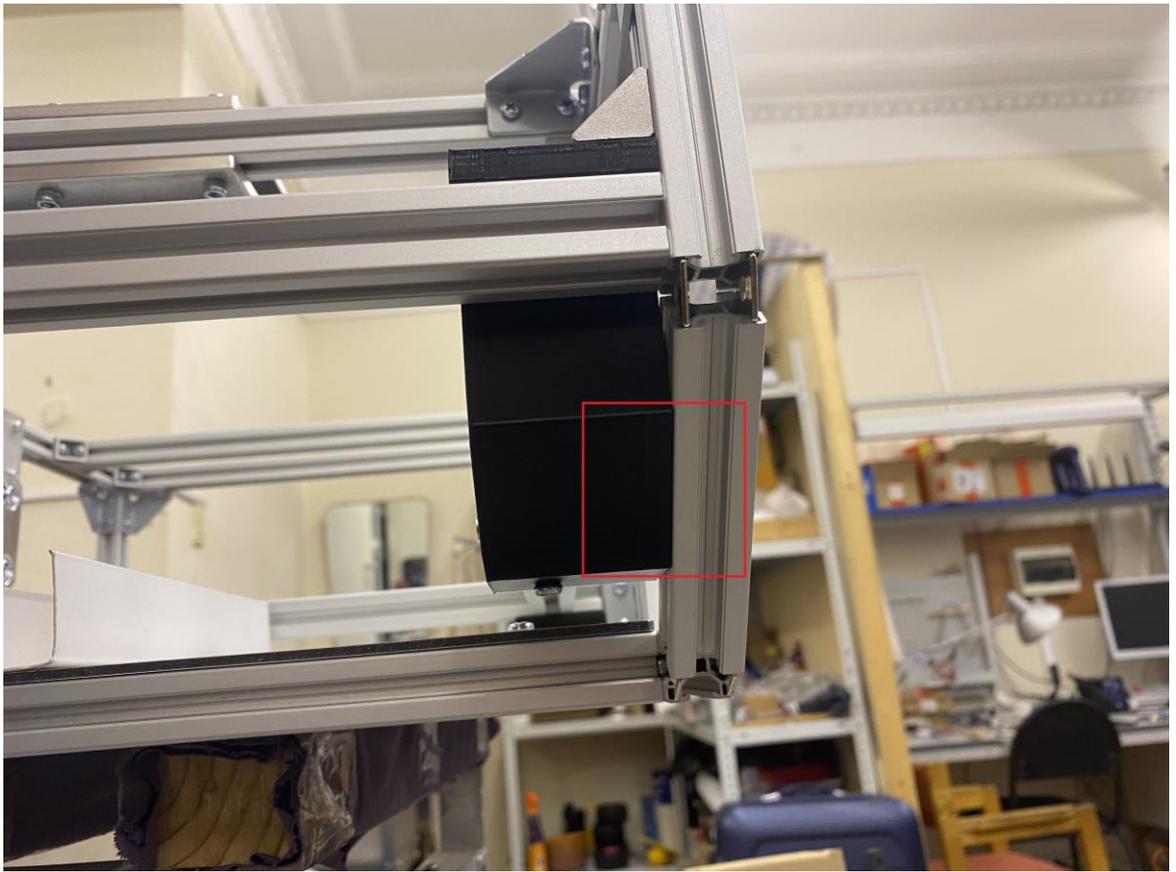
3.7. Крепим эти детали к задней части ровера и не закручиваем



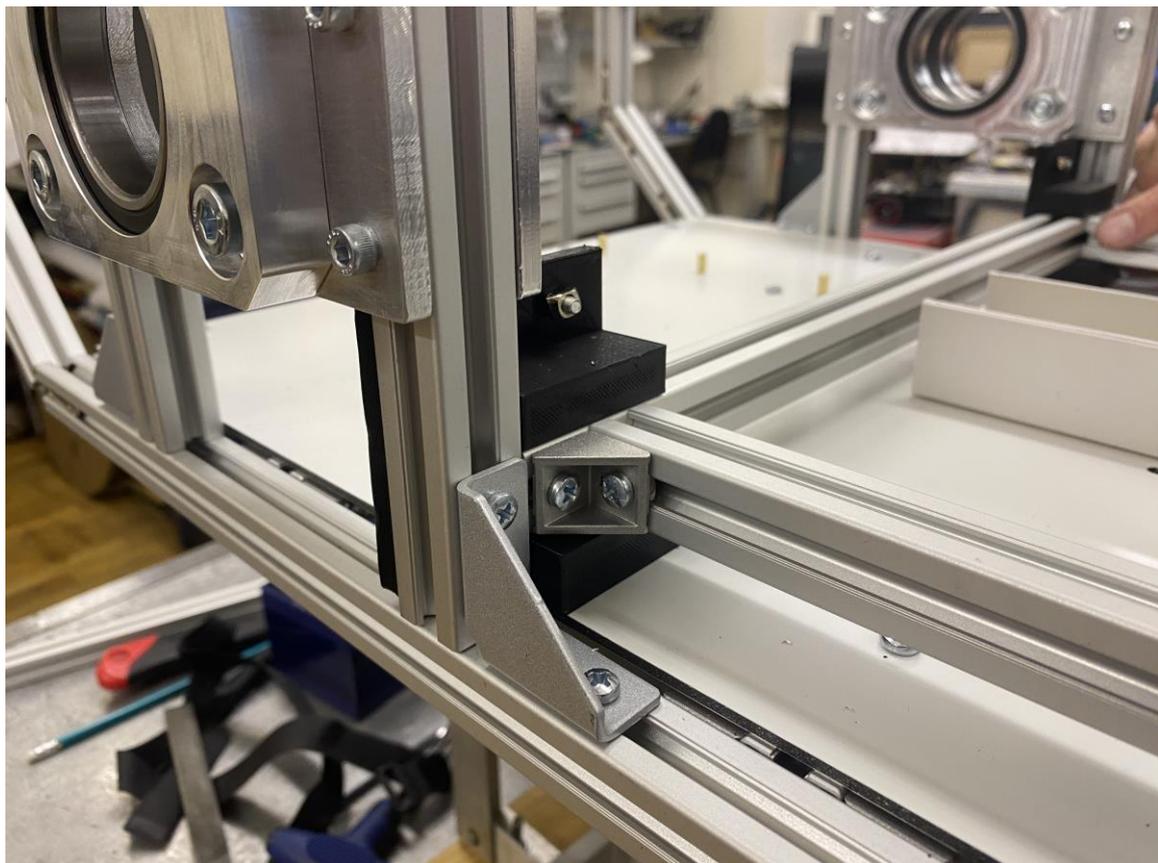


3.8. Далее вставляем заднюю балку и выравниваем по нижней части оба крепления и затягиваем крепления. Важно! Выделенные плоскость должны достаточно ровно сходиться

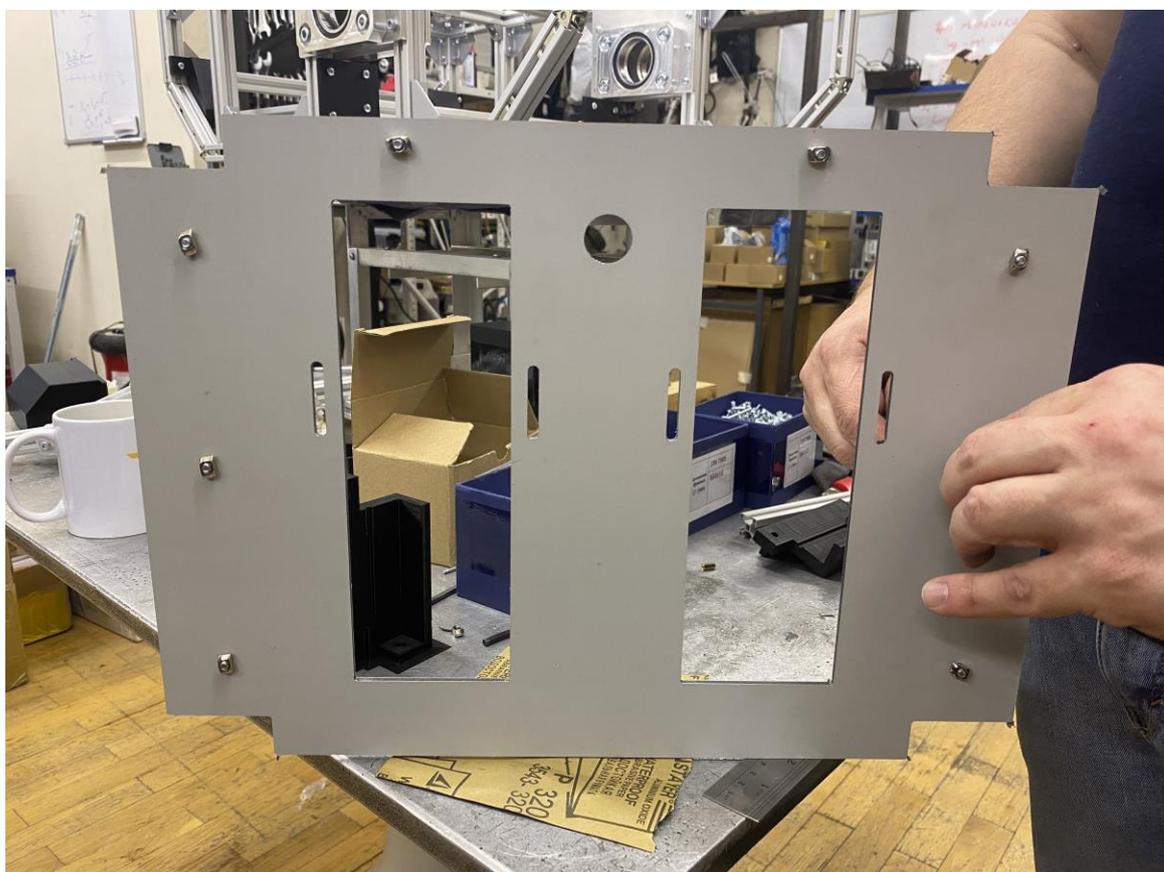




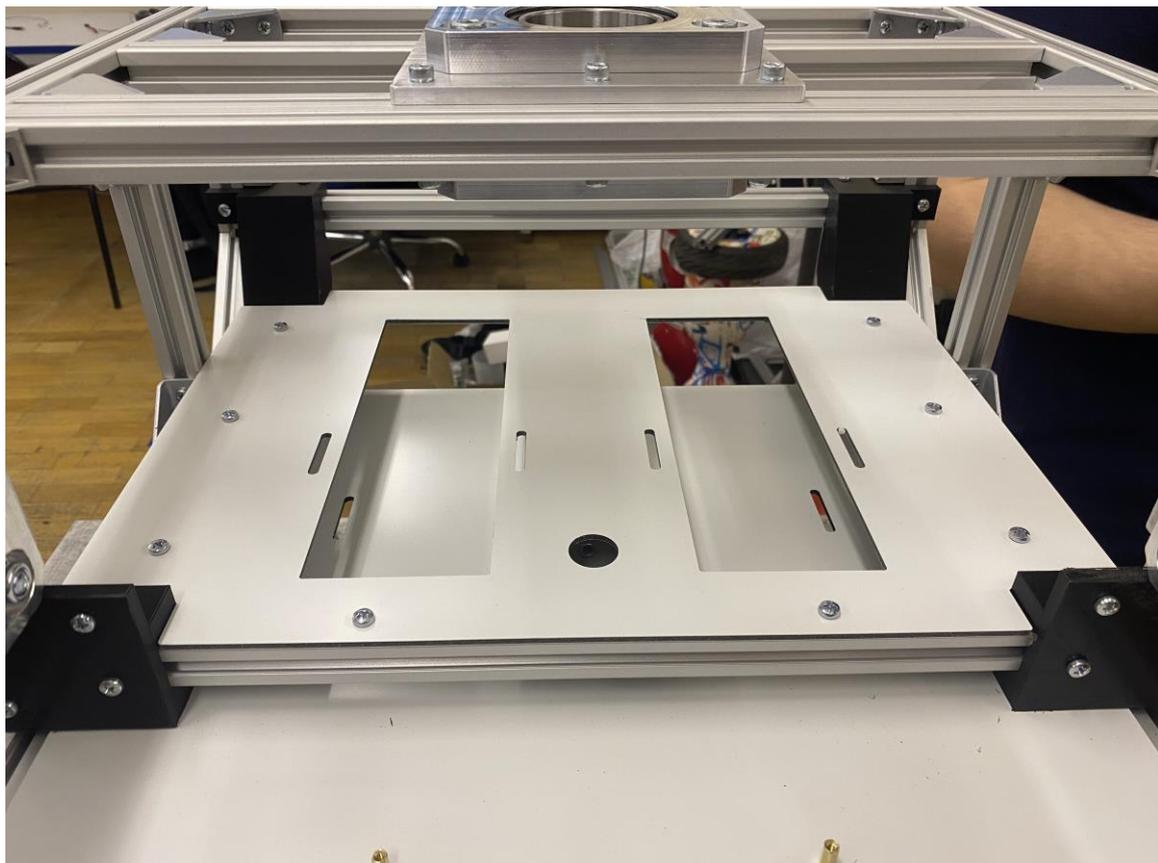
3.9. С внутренней стороны крепим уголки с помощью М4х8



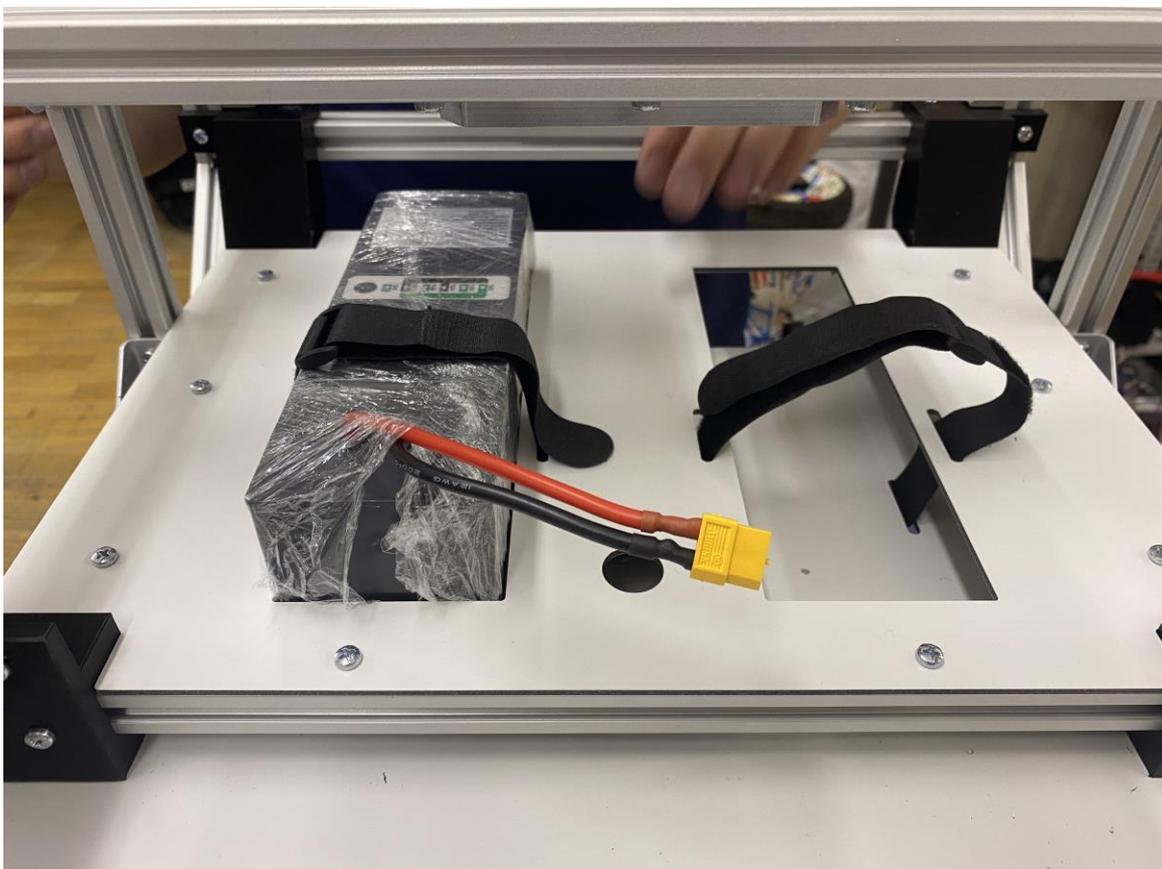
3.10. К пластине, на которой будут держаться аккумуляторы, крепим Т-гайки с помощью М4х8



3.11. Крепим пластину внутрь корпуса. Вставляется она с задней стороны.



3.12. Протягиваем ремни для крепления батарей (лучше брать липучку 40-45 см)

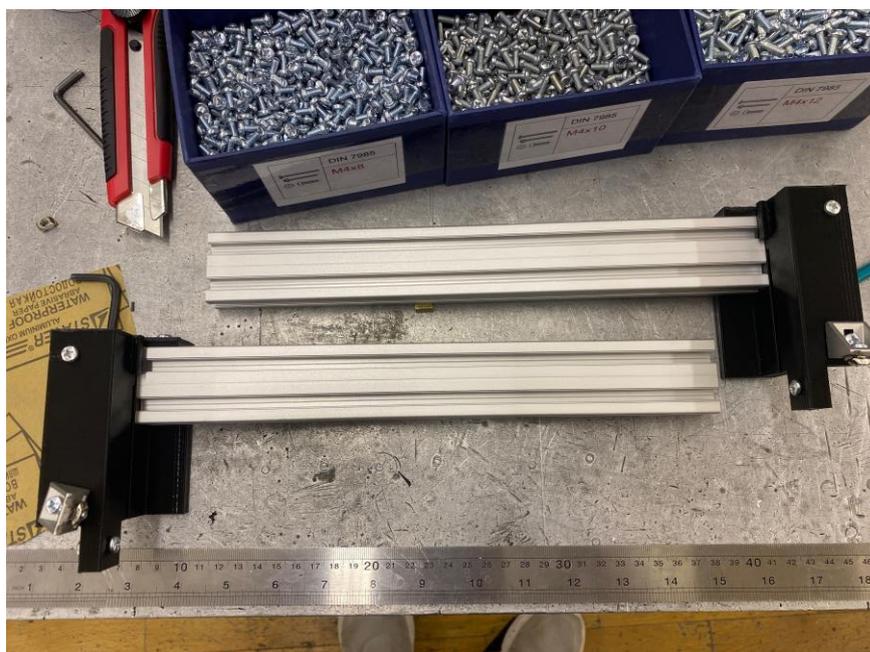


Глава 3. Сборка передней части внутреннего каркаса

1. Крепления передней поперечной балки
 - 1.1. Наживляем Т-гайки М4 с помощью М4х10. Уголок и Т-гайку над уголком прикрепляем с помощью М4х14

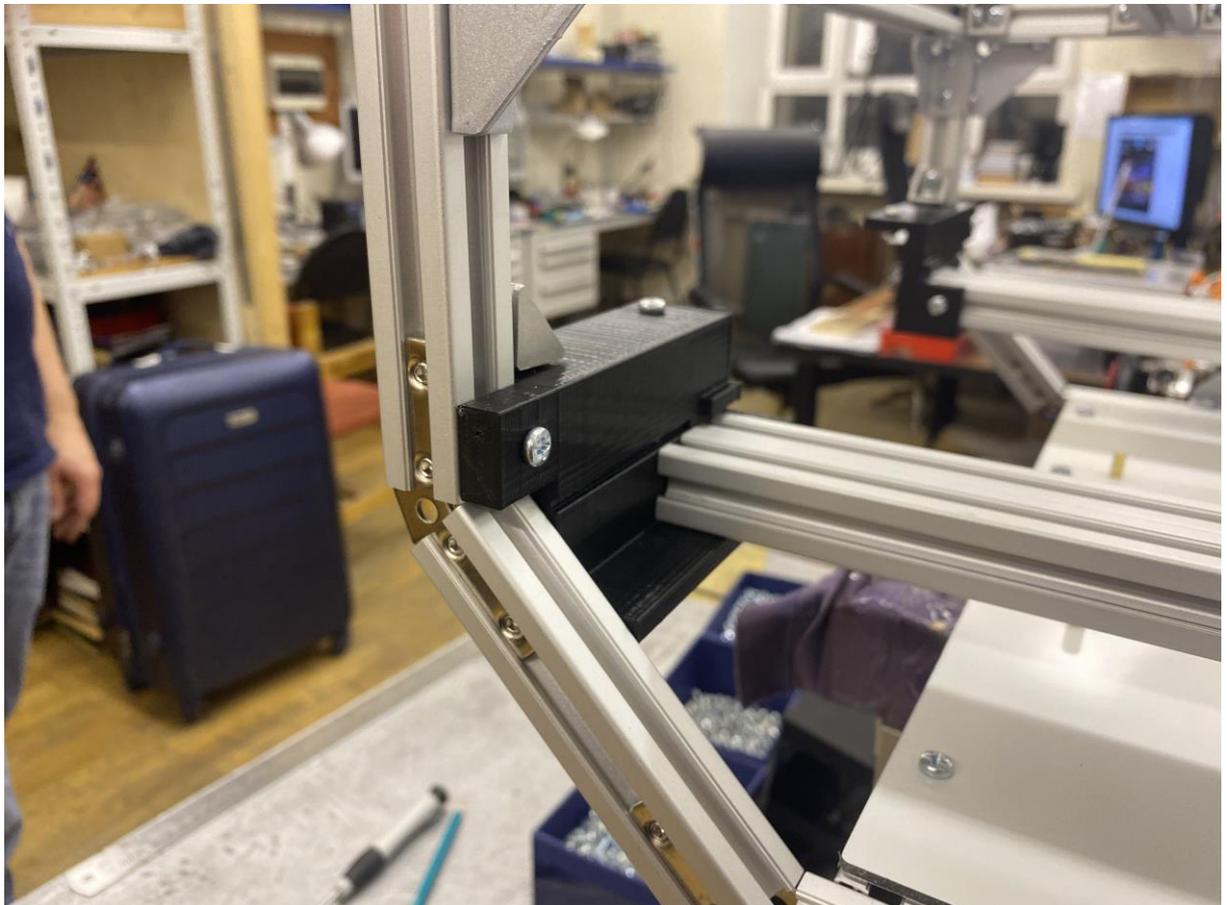


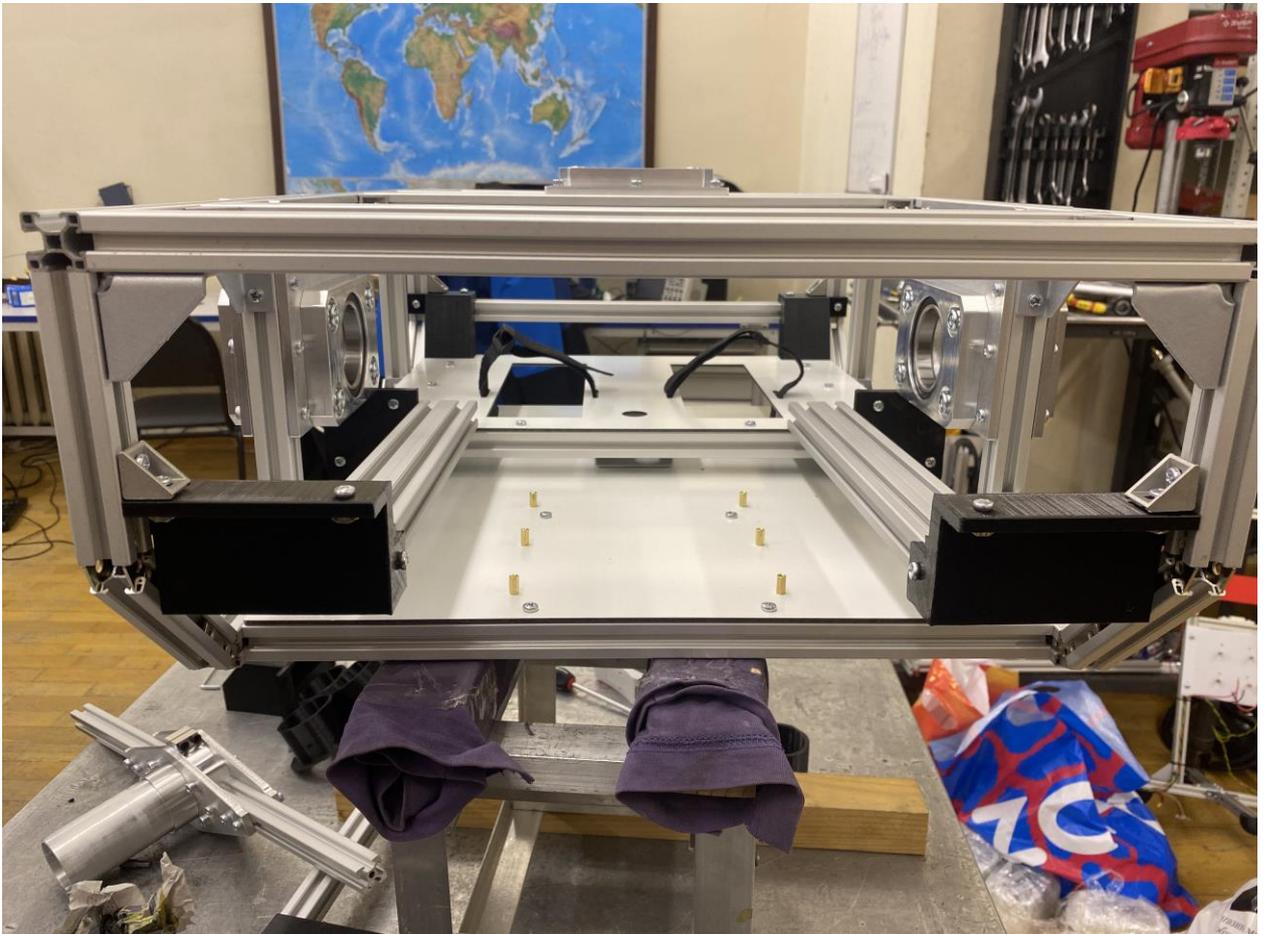
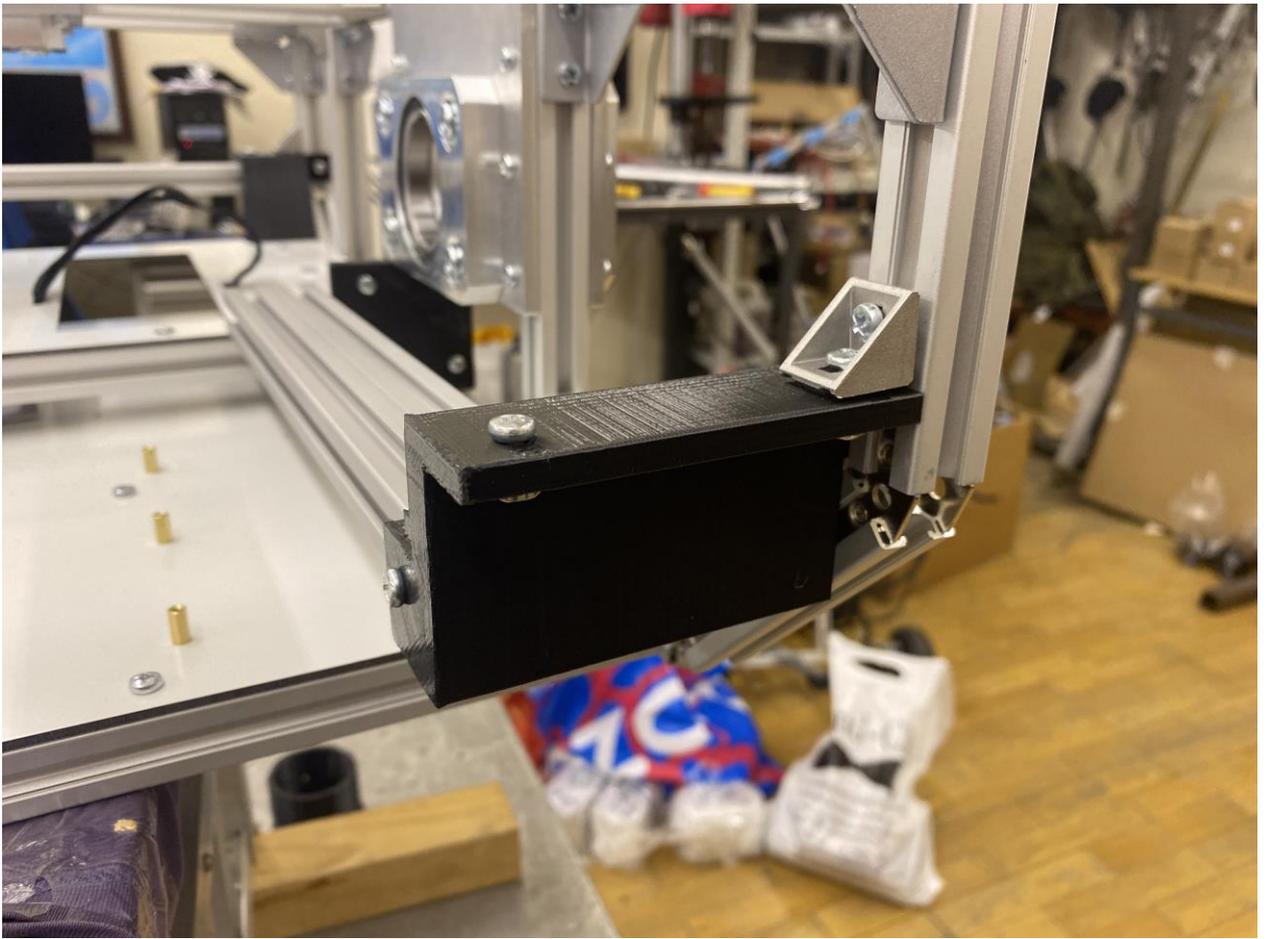
- 1.2. Крепим к деталям сдвоенный профиль с помощью Т-гаек М4 и М4х8



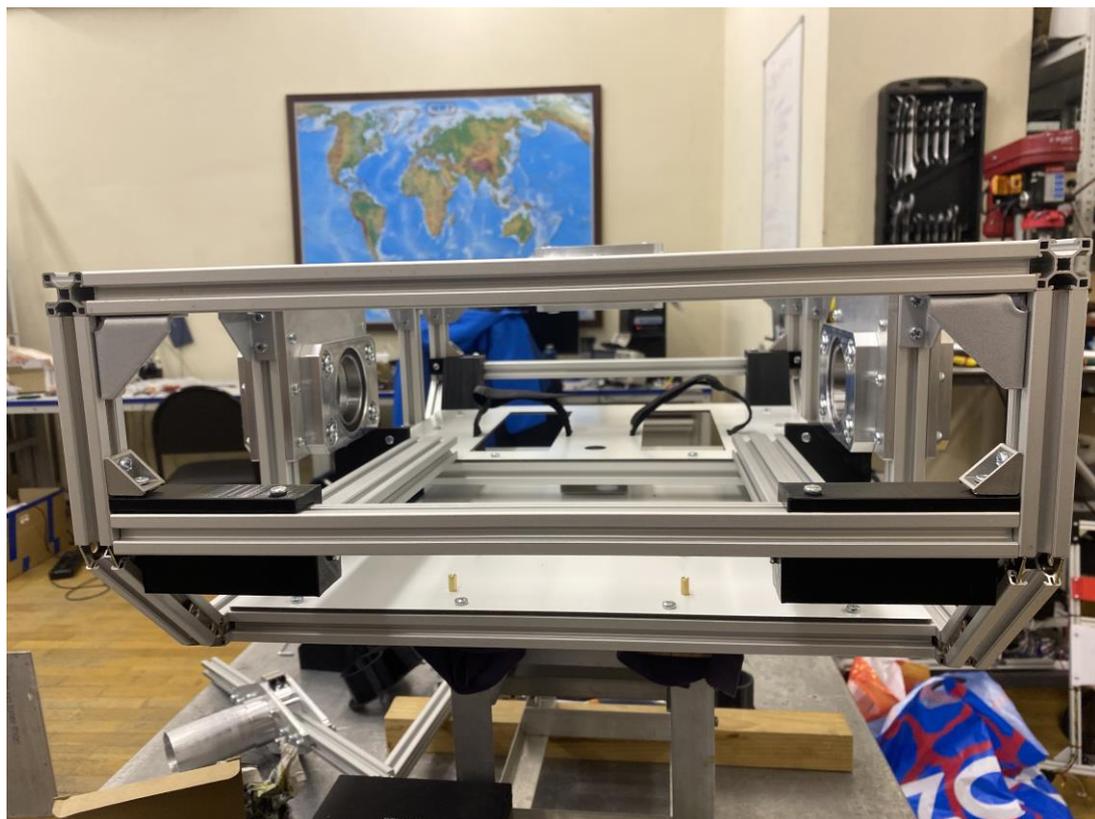


1.3. Устанавливаем детали в переднюю часть ровера. Не затягиваем

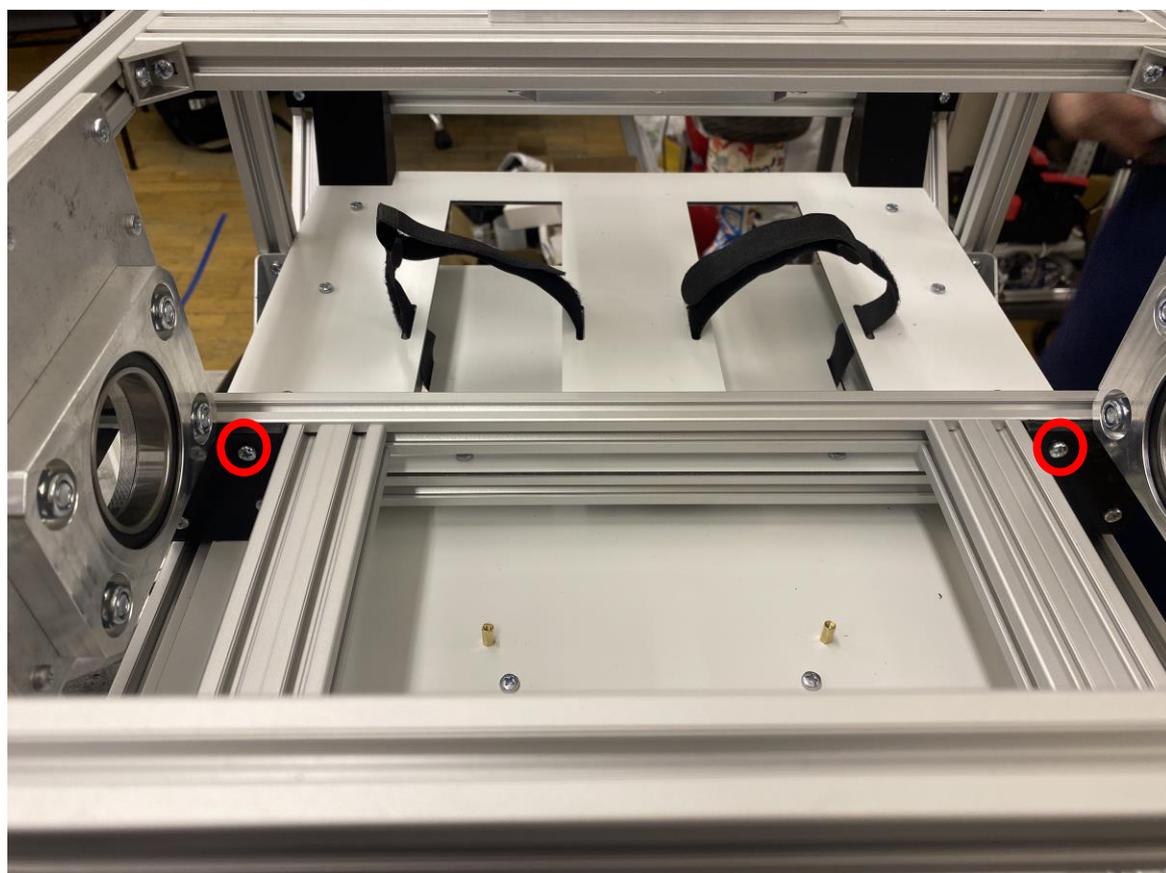


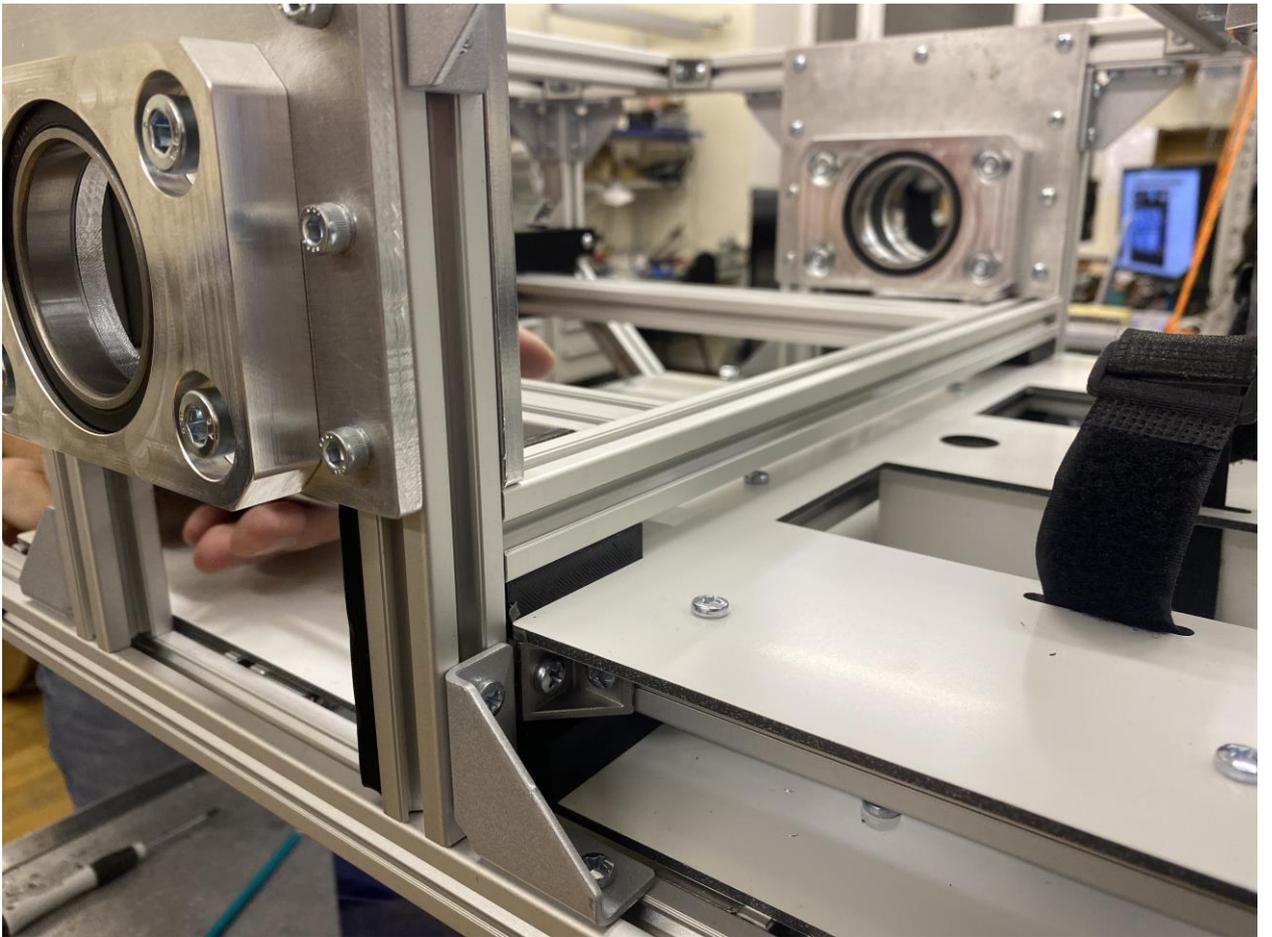


1.4. Вставляем профиль, выравниваем и затягиваем сначала одну сторону, потом другую

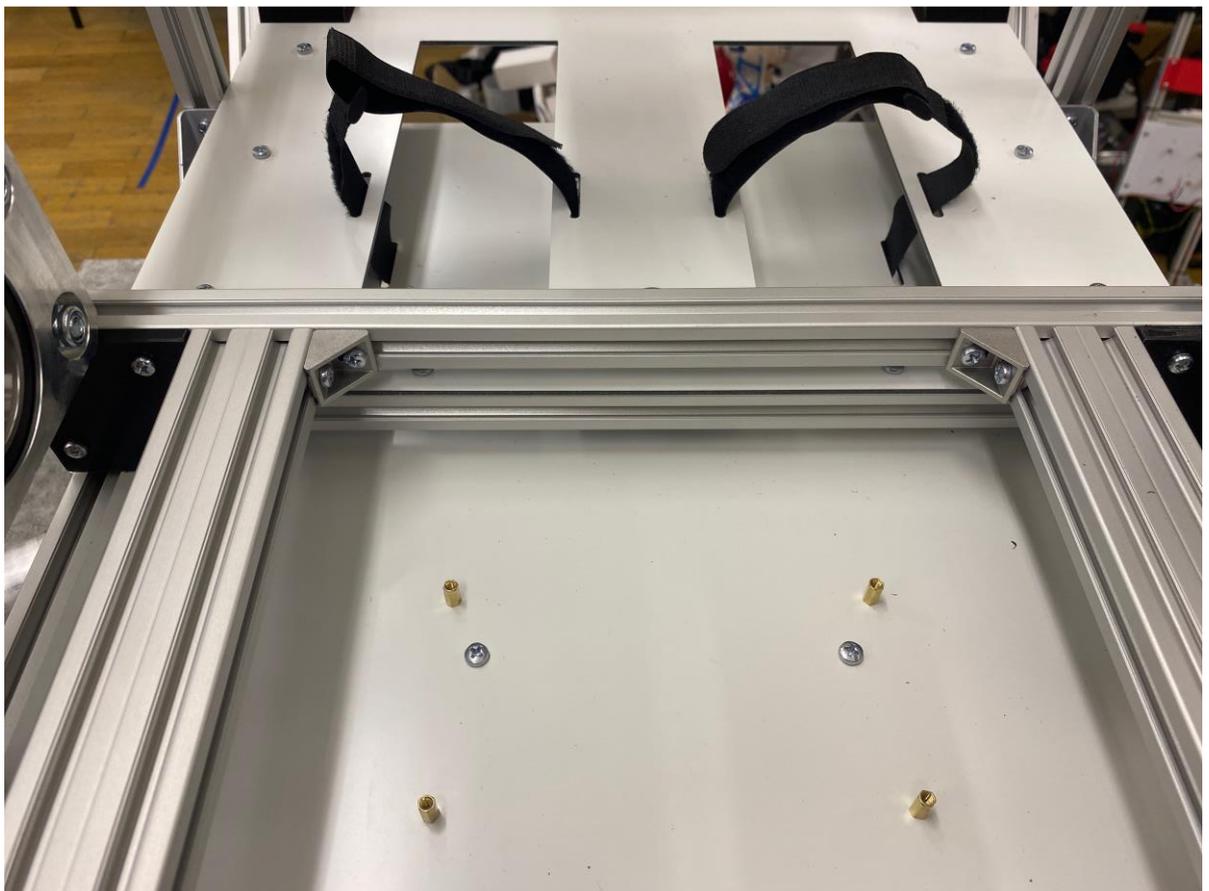


1.5. По середине ровера вставляем профиль и затягиваем выделенные крепления



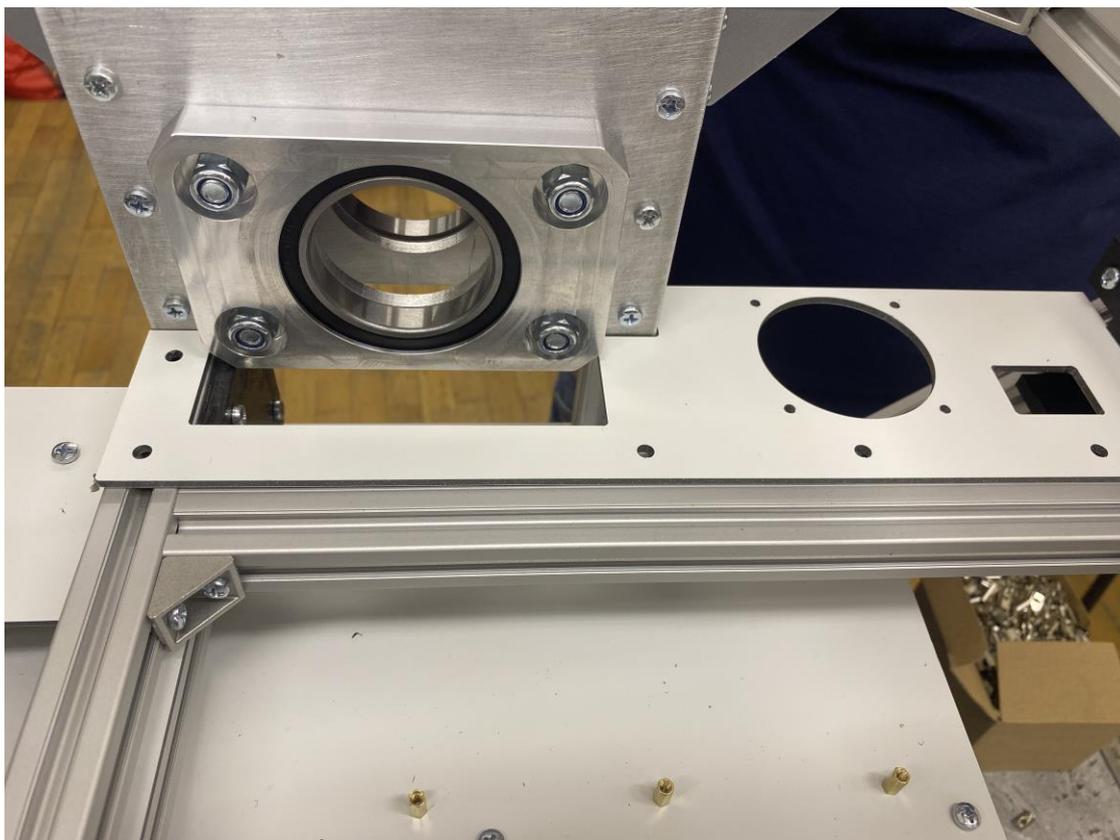


1.6. Дополнительно крепим уголки на М4х8

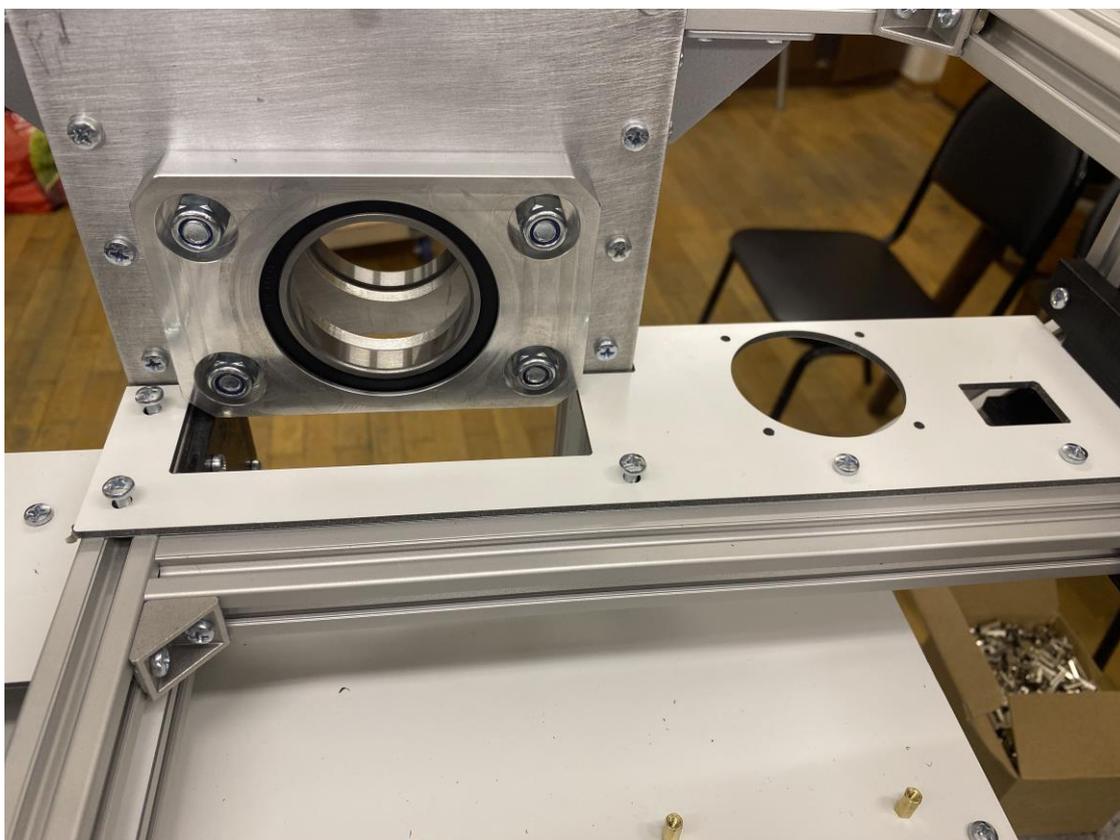


2. «не придумали название»

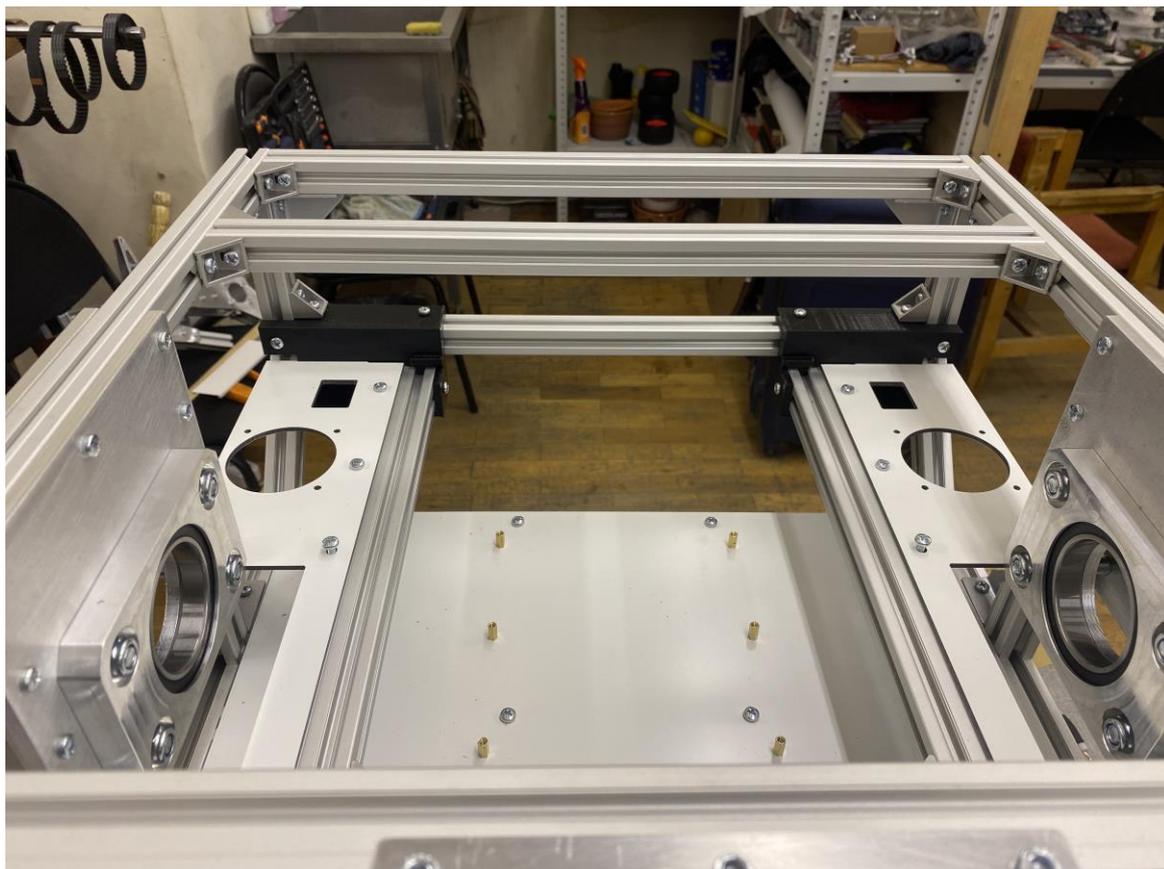
2.1. Вставить 5 слайд-гаек для крепления пластины



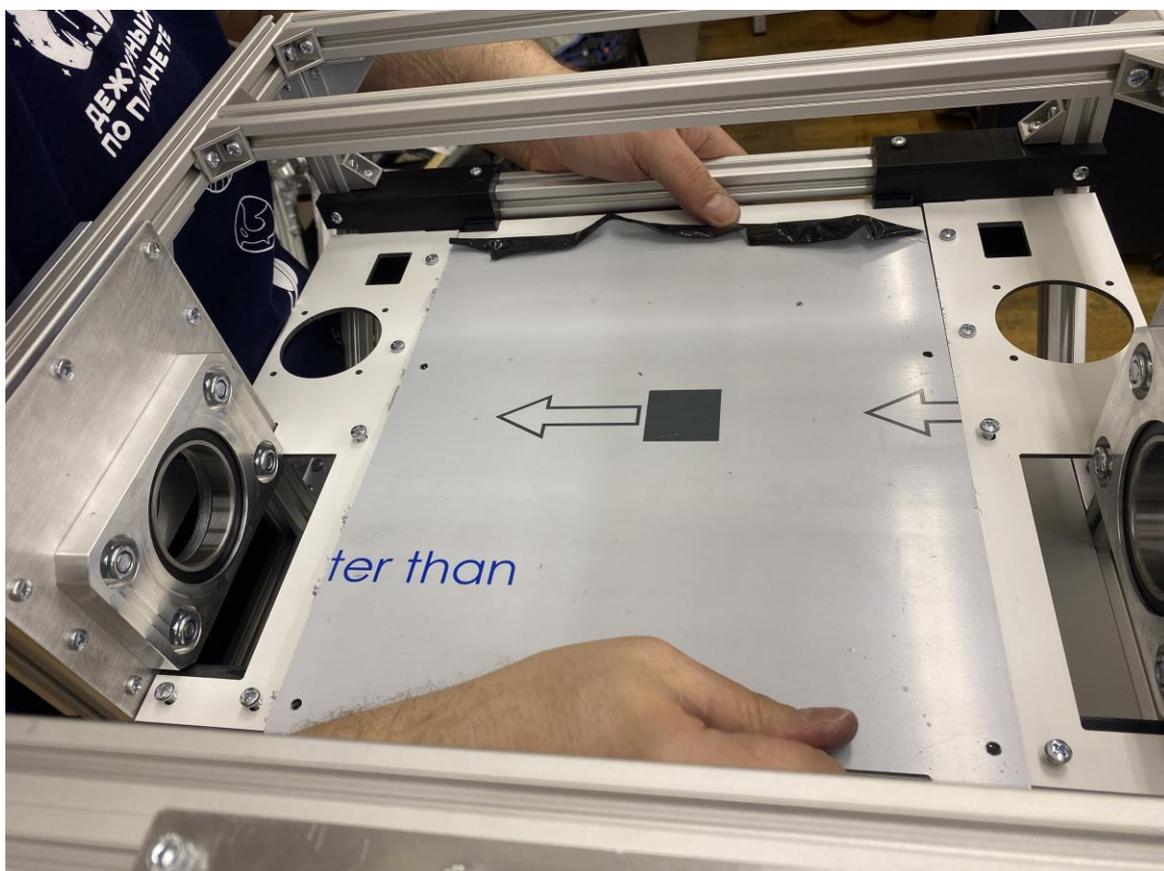
2.2. Взять 3 винта по больше (M4x12) и наживить, чтобы потом была возможность их открутить, в оставшиеся пазы прикрутить M4x8.



2.3. С другой стороны сделать по аналогии



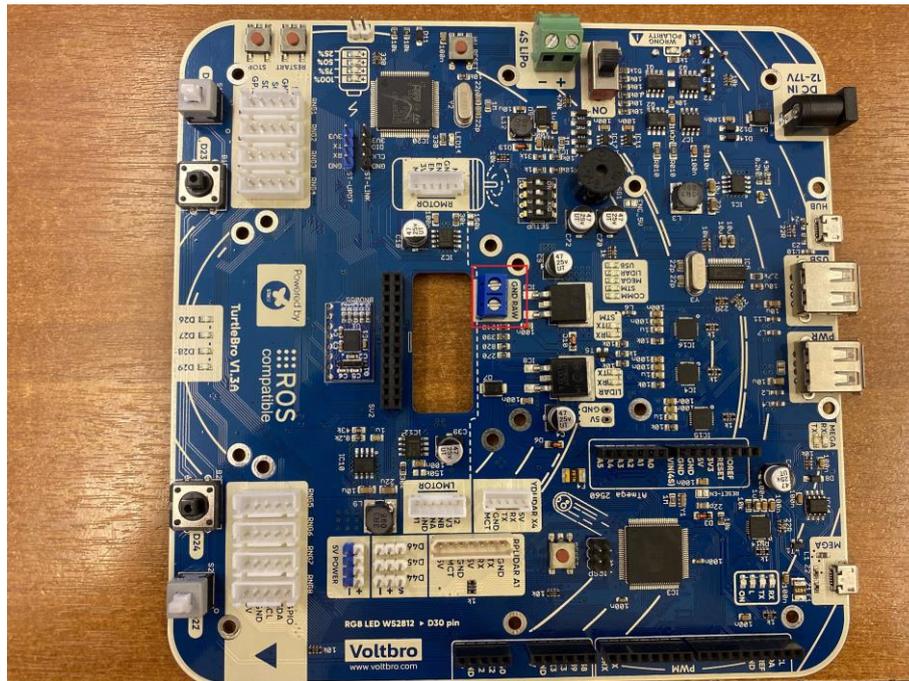
3. Попробовать подогнать крышку (возможно подпилить напильником)



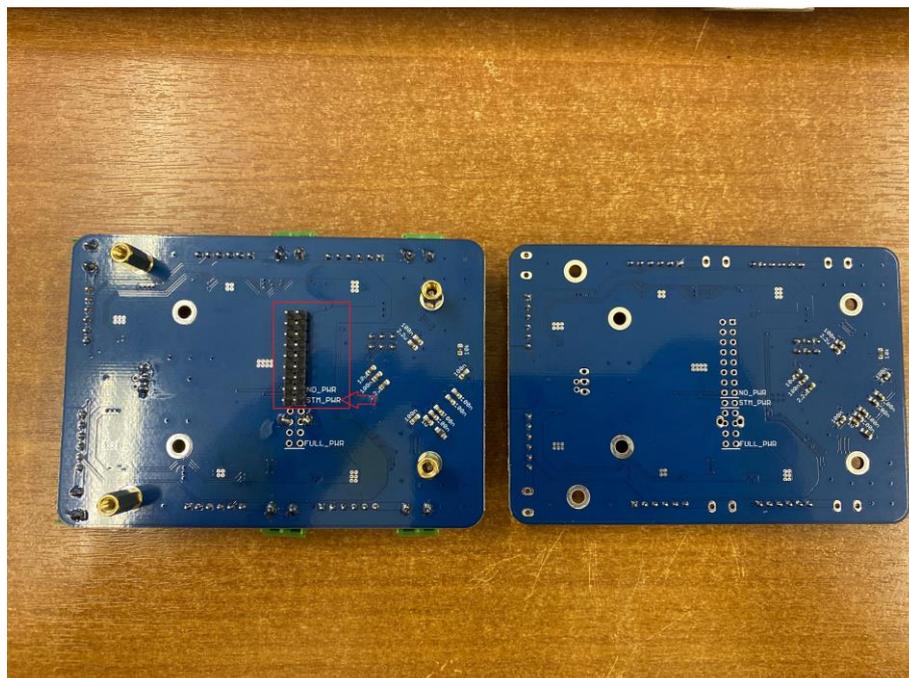
Глава 4. Установка turtleboard

Важные заметки!

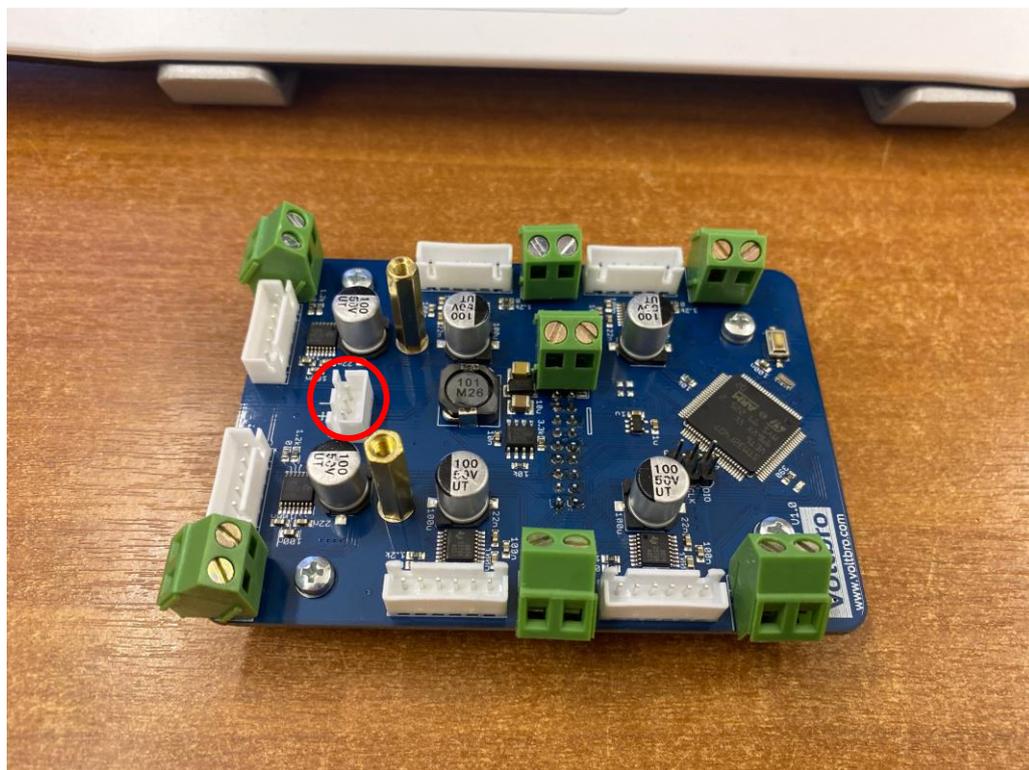
- Провод от выключателя до turtleboard 85 см
 - Провод от выключателя к батарее 60 см
 - Кабель с сечением 1.5
1. Припаять к gasbegгу разъем для антенны (тут нужен тонкий спец по пайке)
 2. Припаять синий клемник к turtleboard



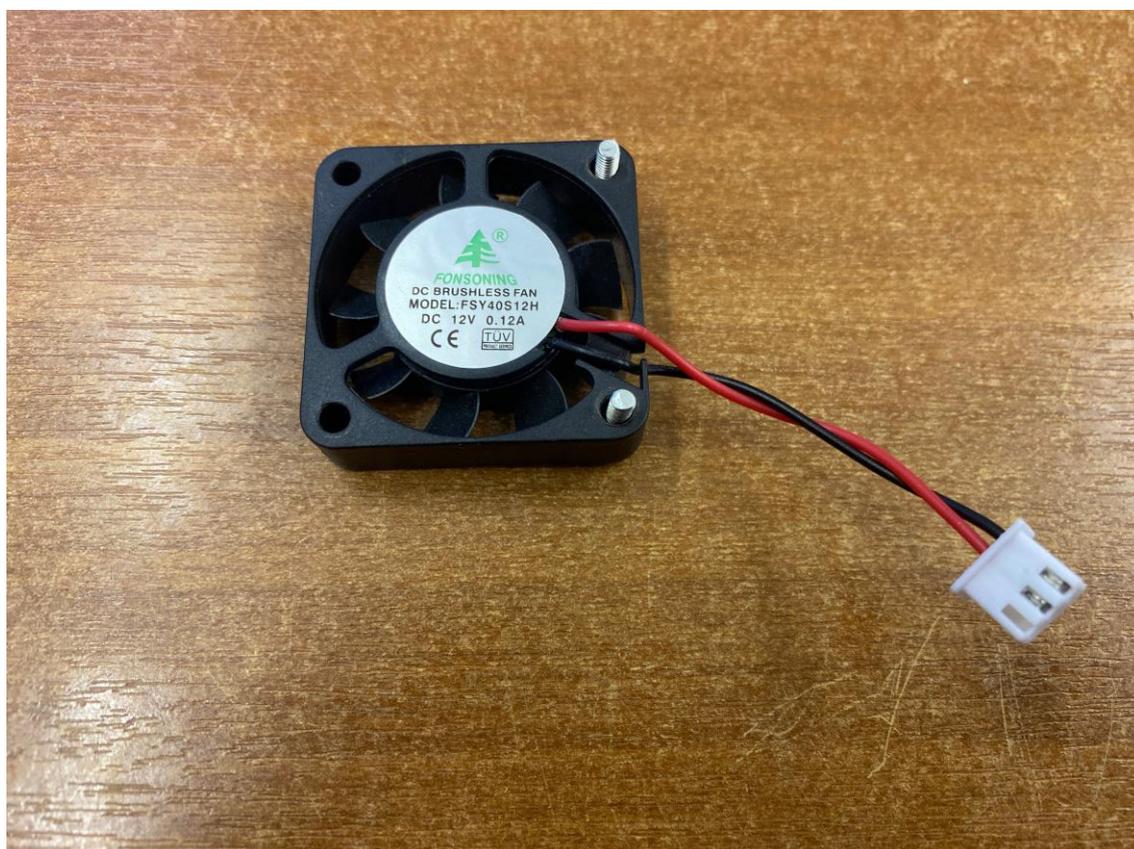
3. К драйверу припаять ножки до STM_PWR!!! И прикрутить 4 стойки 10 ММ



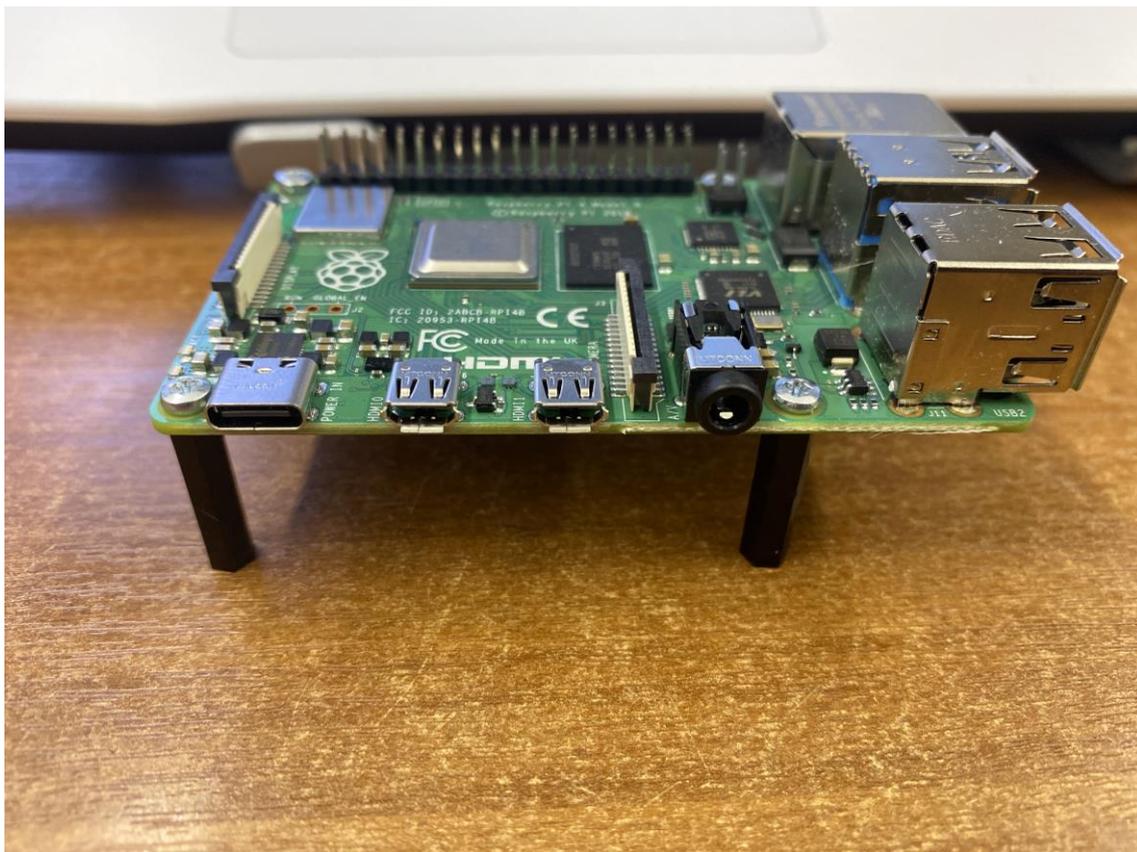
- К драйверу припаять 7 зеленых клемников; 3-х пиновый разъем для кулера и с помощью винтов М3х6 прикрутить 2 стойки 20 ММ



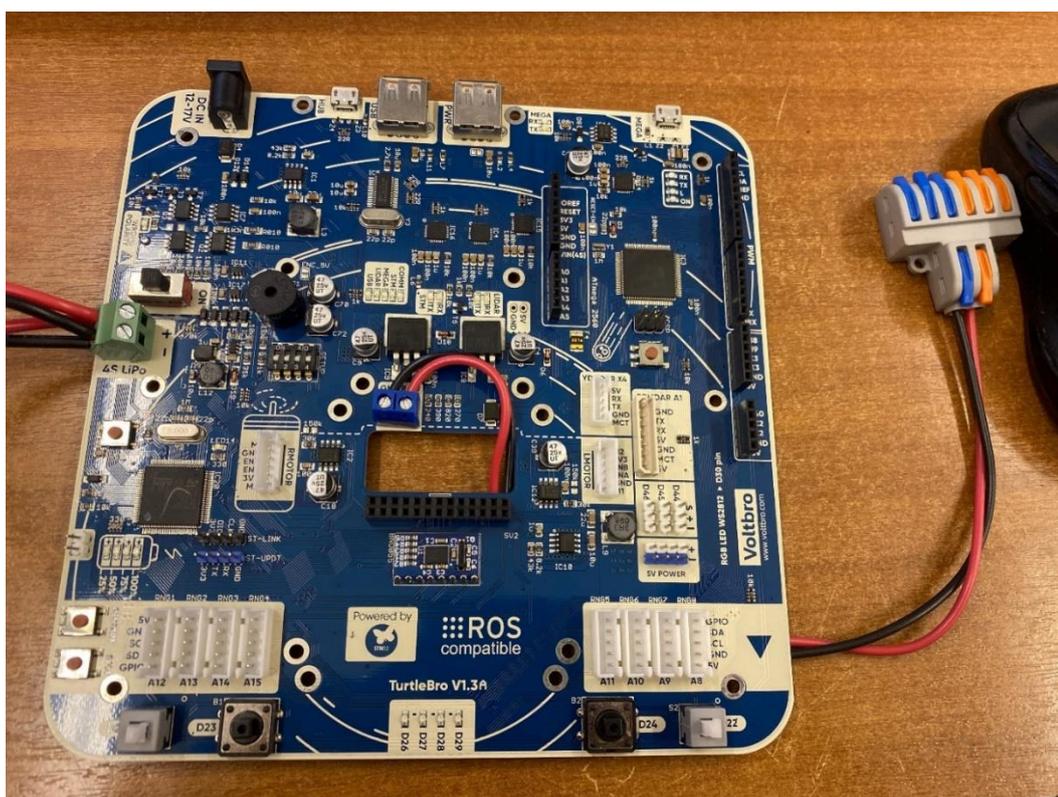
- Взять кулер 40 мм, обжать короткий кабель питания (использовать CHU/XN 3).



6. К расберри прикрутить 4 стойки 20 ММ с помощью винтов М2.5х6



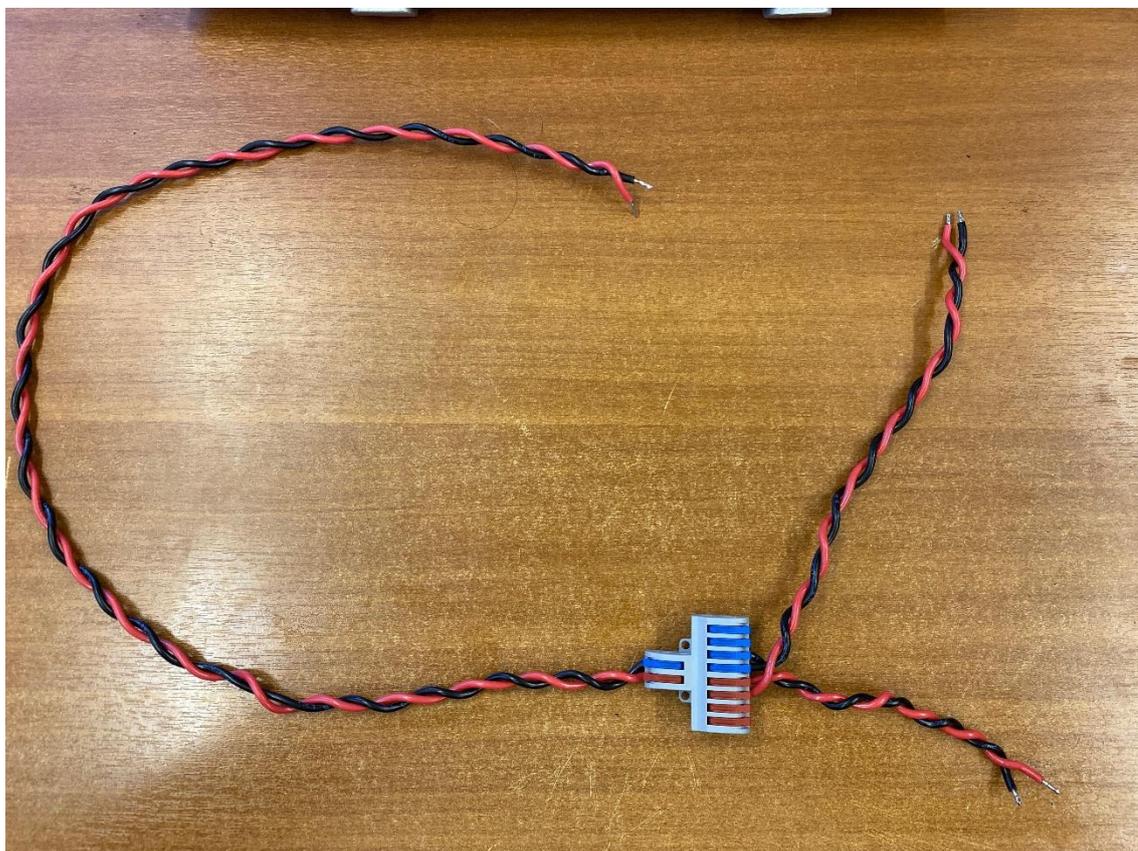
7. Из-под turtleboard провести кабель (25 см) для подключения фар и закрепить её в синем клемнике. Но только тут ошибка. Конец кабеля нужно обжать для подключения к кнопке питания, а не одевать в разветвитель (см. пункт 11 ниже).



8. Подготовить (снять оплётку и облудить) 3 пары питающих кабелей (70 см, 25 см и 15 см)

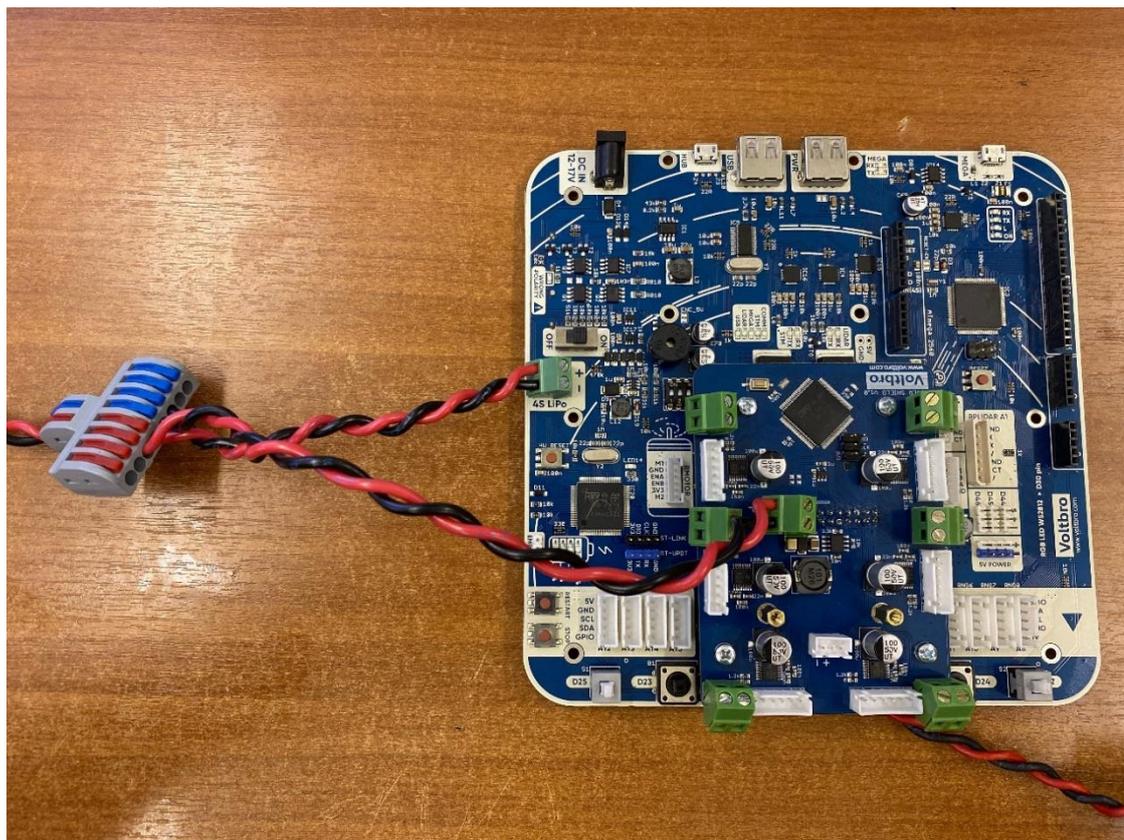


9. Подключить на вход разветвителя 70 см провод, на выходы 25 и 15 см

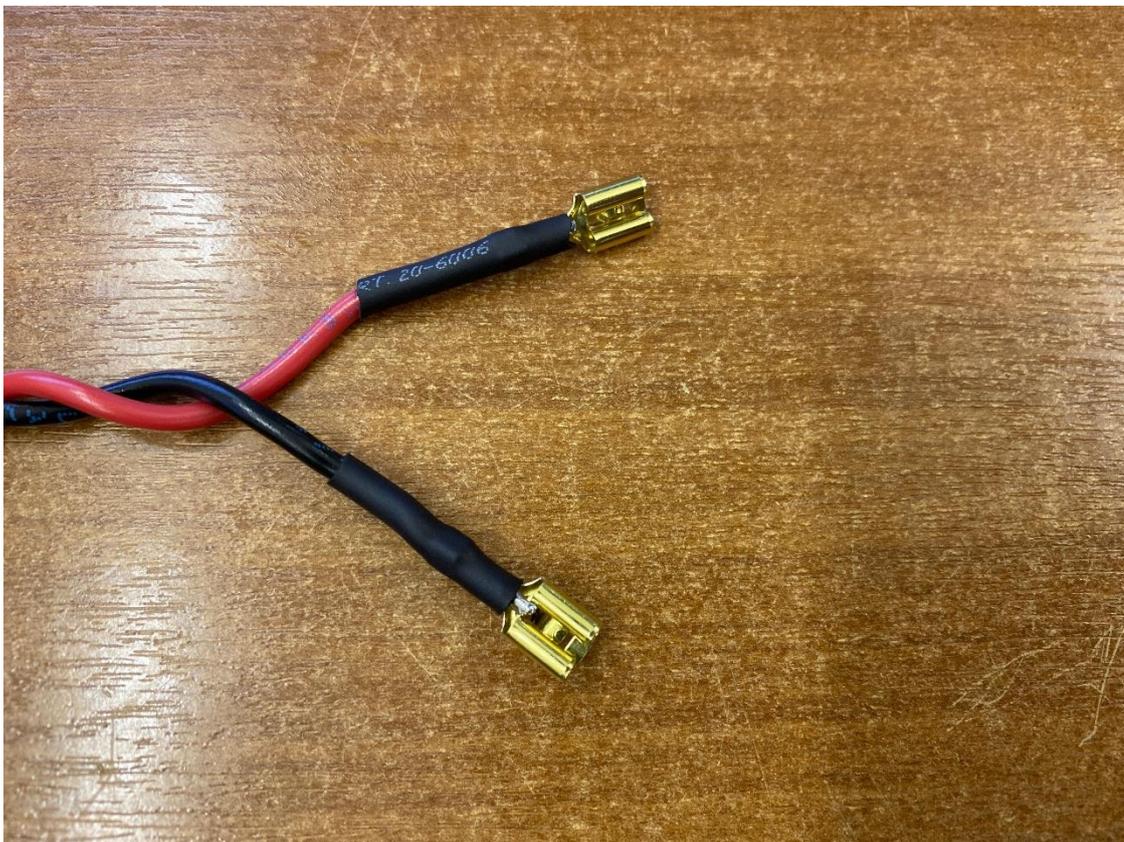


Ы

10. Прикрутить драйвер к turtleboard и подключить питание (провод 15 см к turtleboard, провод 25 см к драйверу)

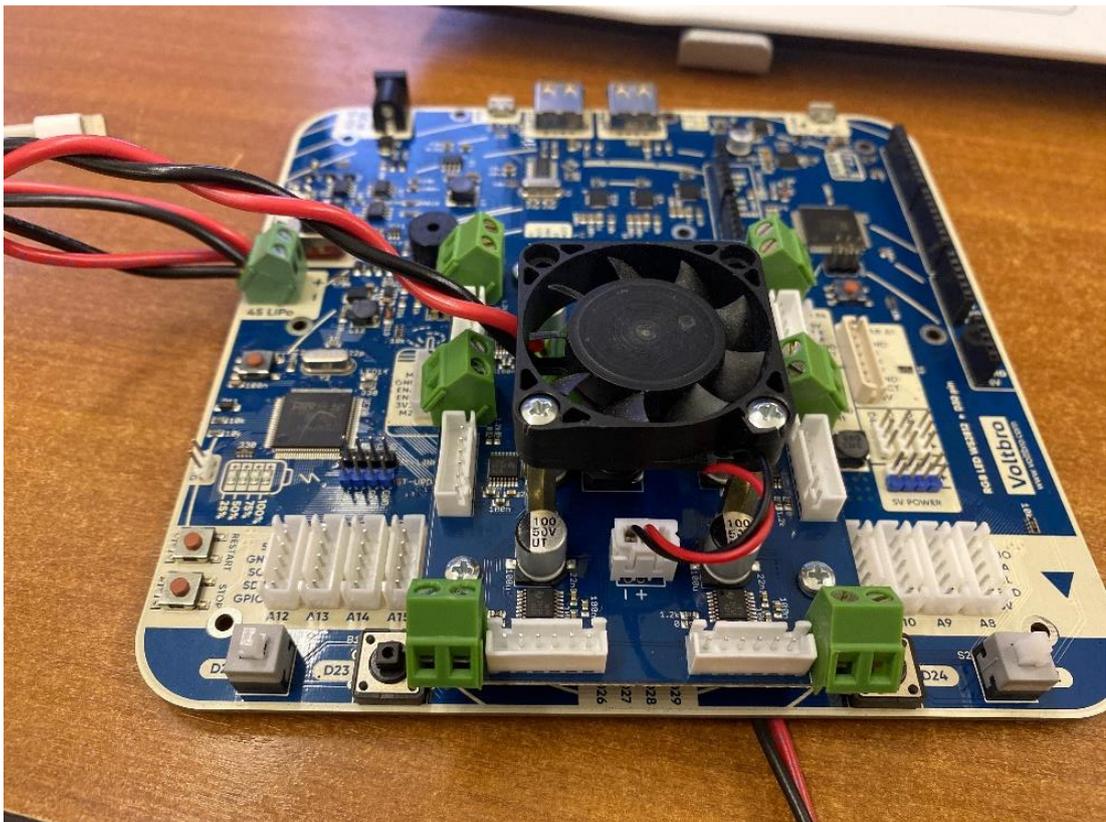


11. Оставшийся конец 70-ти см кабеля обжать используя кримпер SNO2-BM (разъём 2.5)





12. Прикрутить кулер и подключить его



13. Прикрутить расберри и подключить его. Для подключения питания Raspberry лучше использовать провод с прямым USB, для того чтобы потом можно было подключить колонку в соседний порт

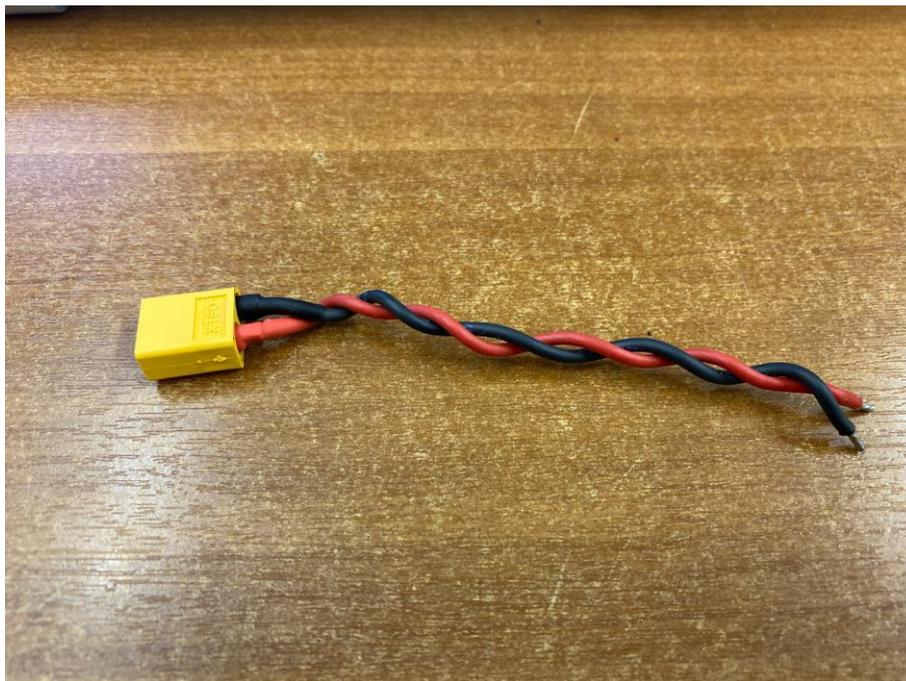


14. Подготовка моторов

- 14.1. В задней крышке от мотора просверлить 2 отверстия диаметром 3-3.5мм

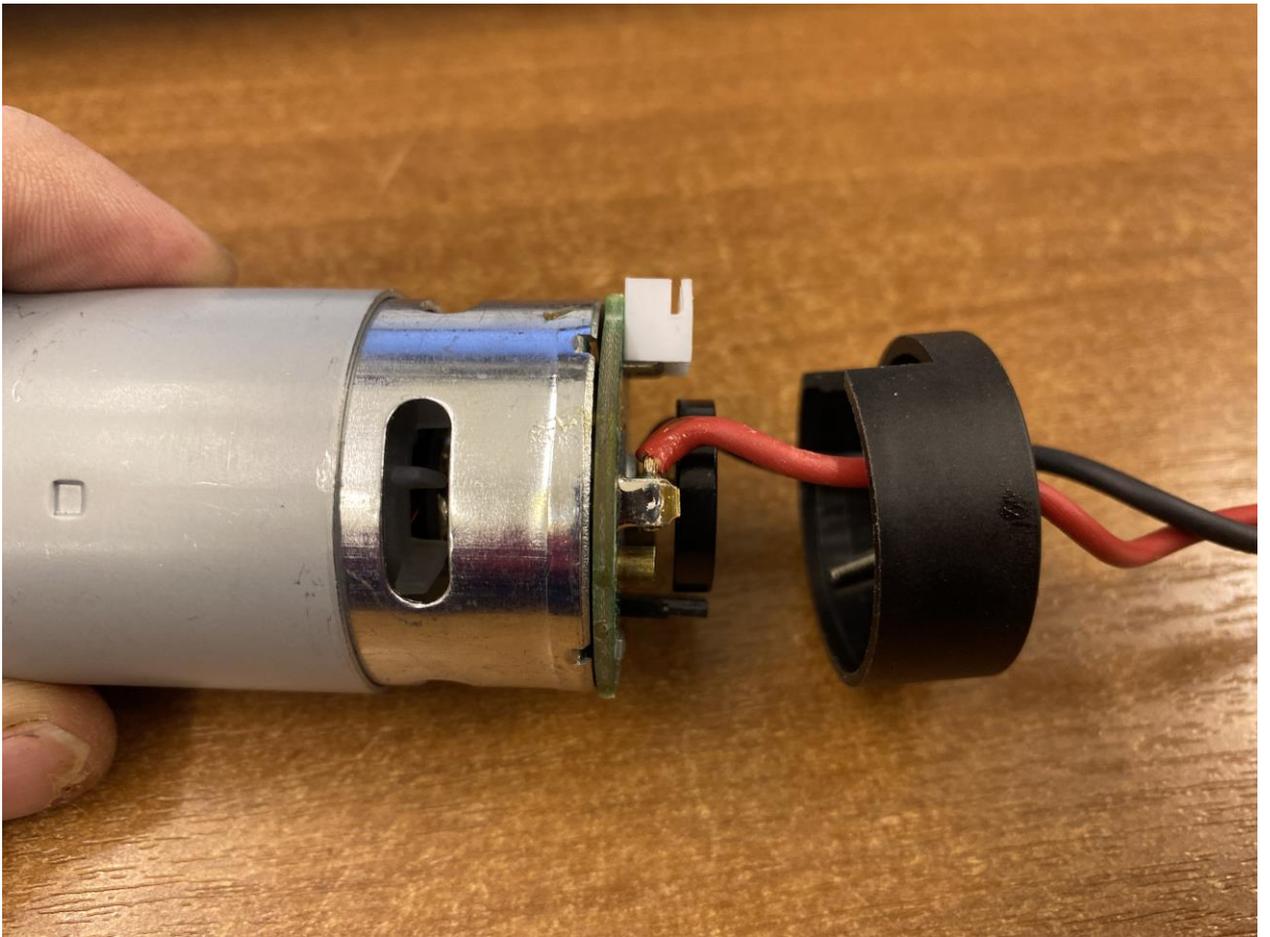


14.2. Спаять хвост (10-12 см)

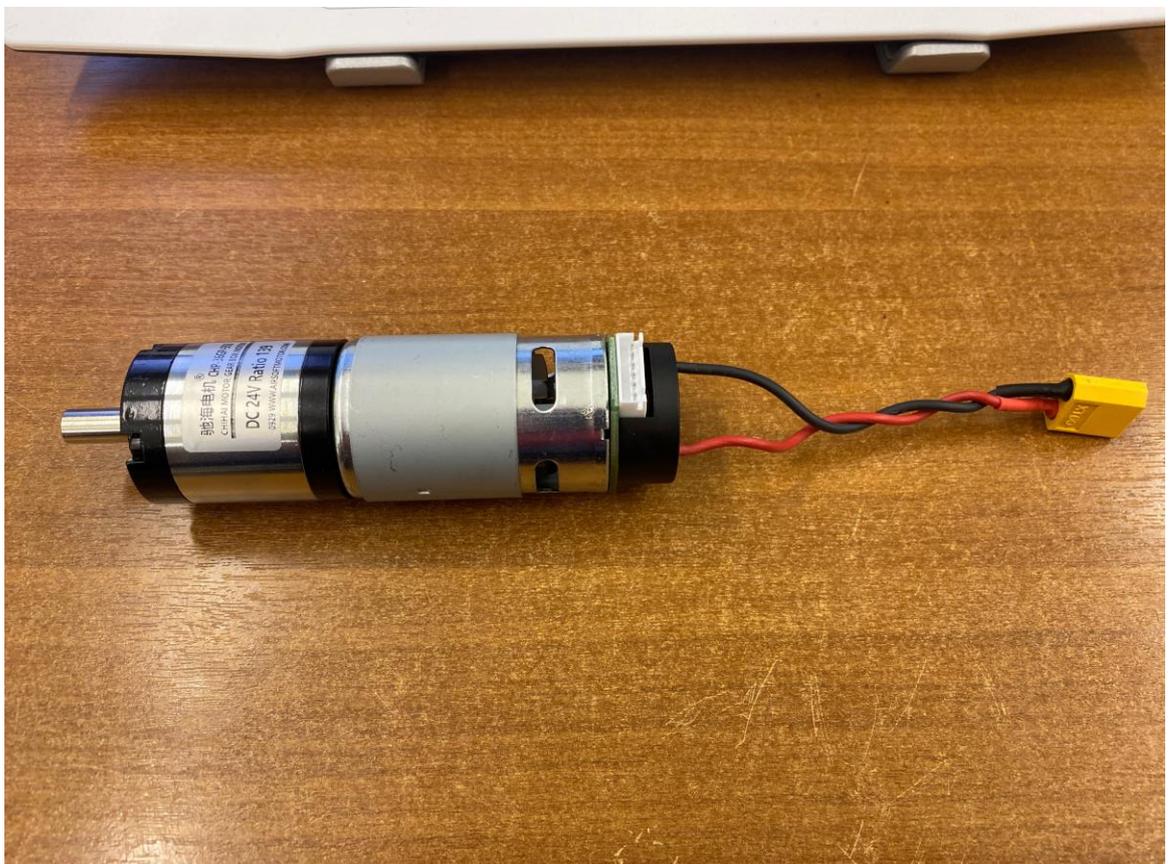


14.3. Припаять к мотору хвост (M1 +/- M2 -). Припаивать лучше с внутренней стороны (чтобы лучше закрывалась крышка) и немного с изгибом (как на фото)





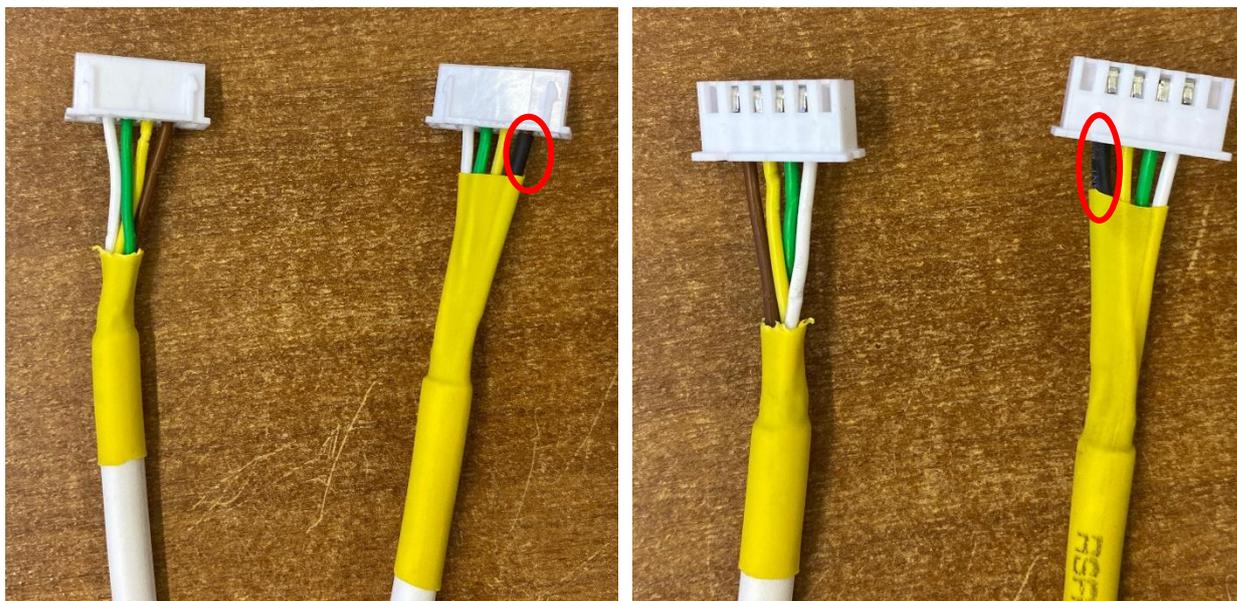
14.4. Прикрепить крышку к мотору



15. Обжимка кабеля для энкодера

15.1. Длина изготовленного кабеля должна быть ~ 125 см

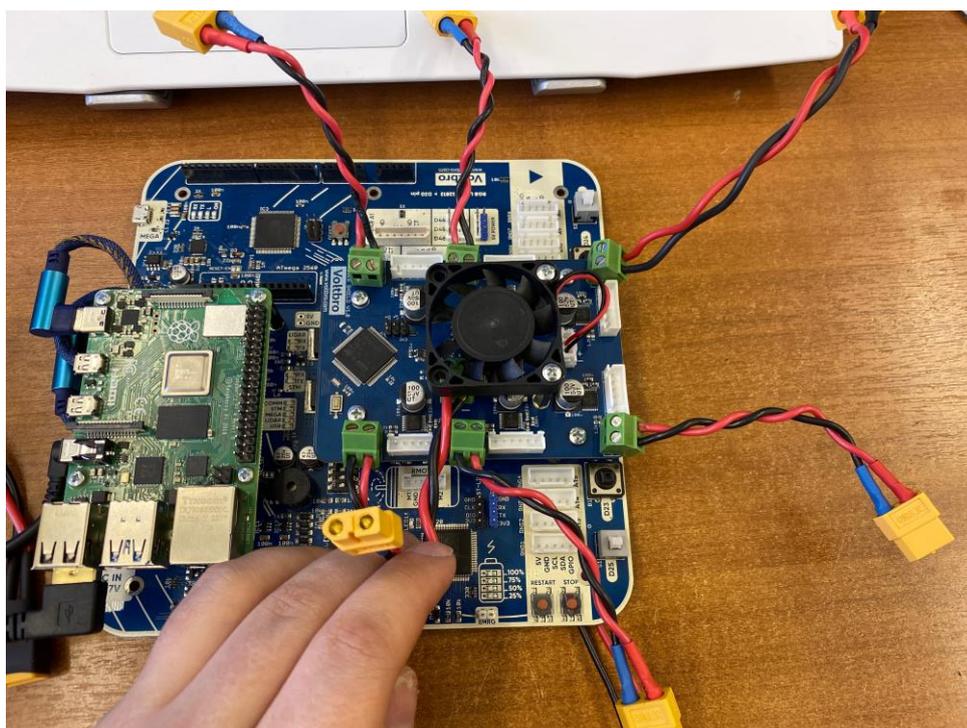
15.2. Кабель с двух сторон должен быть обжат симметрично:



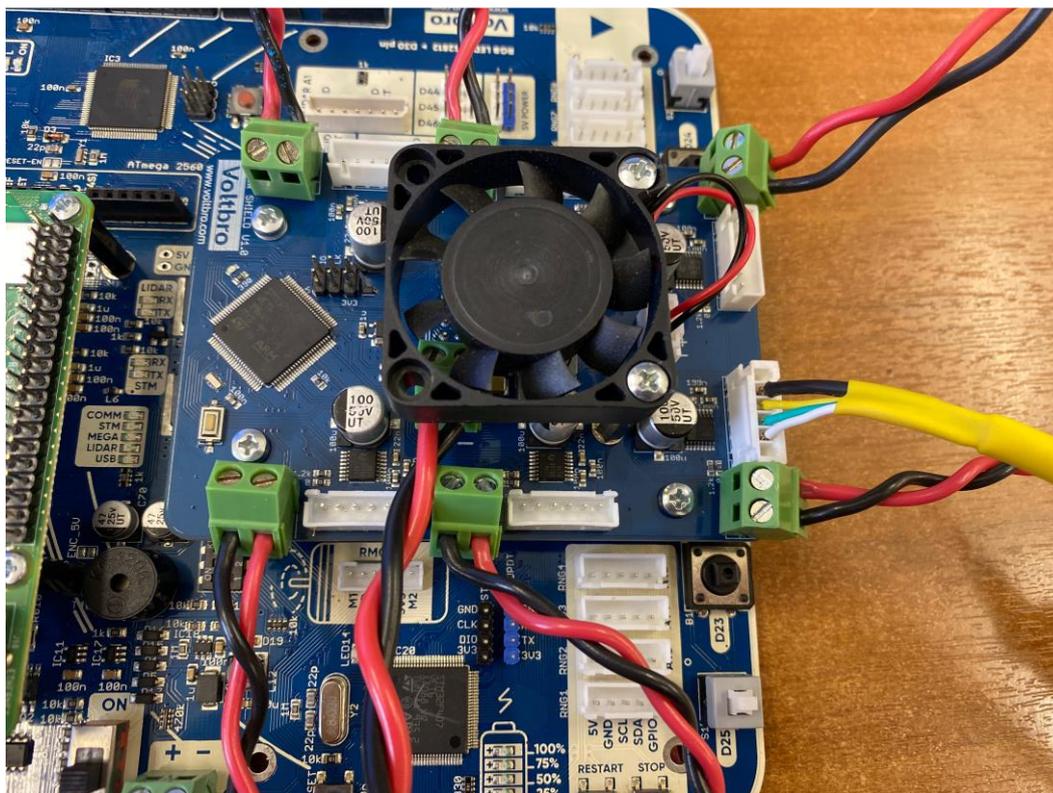
15.3. С одной стороны кабеля (которая будет подключаться к драйверу), коричневый (минусовой) кабель необходимо обжать дополнительно с проводом заземления (предварительно перед обжимкой надеть термоусадку) см. рисунок выше.

16. Тестирование моторов и энкодеров. Перед установкой turtleboard в робота, необходимо протестировать правильную работу моторов и энкодеров

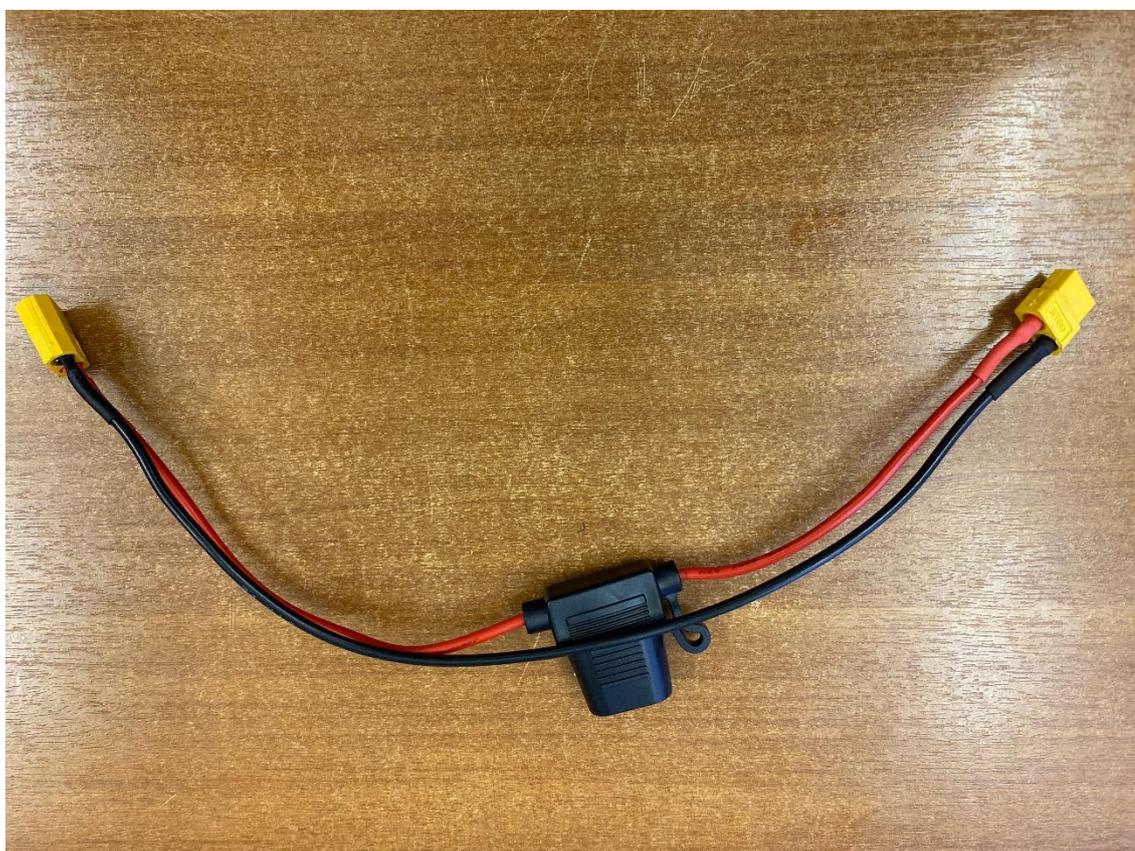
16.1. Подключите к драйверу «хвосты» таким образом как указано на картинке (внимательно соблюдайте полярность)



16.2. Подключите энкодерные кабели стороной с обжатым заземлением к драйверу



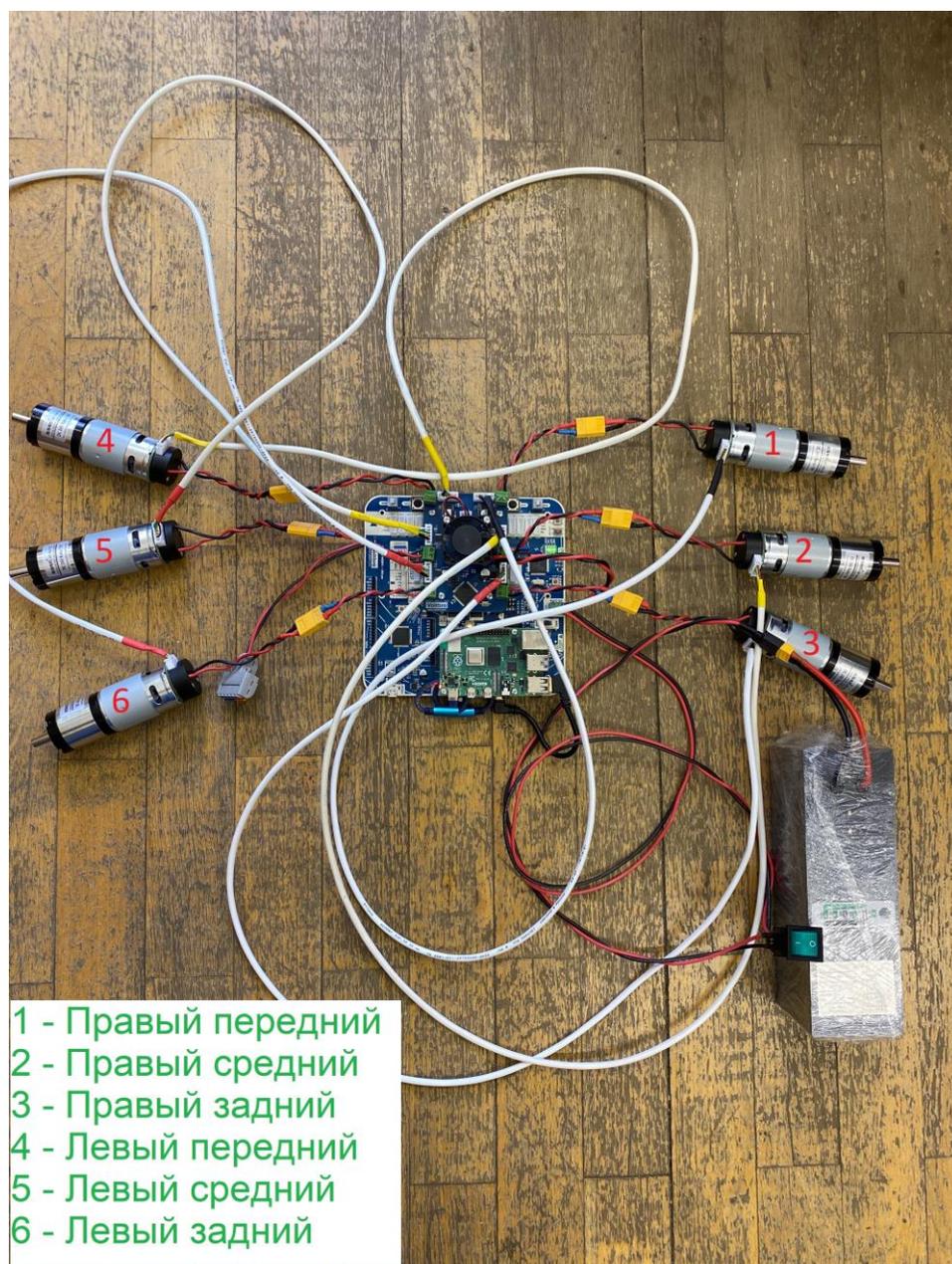
16.3. Изготовьте переходной кабель с предохранителем (с двух сторон коннектор XT60)



16.4. Изготовьте кабель питания от кнопки до переходного кабеля. Кабель 60 см, с одного конца обжимка под кнопку, с другой стороны, XT-60 Папа

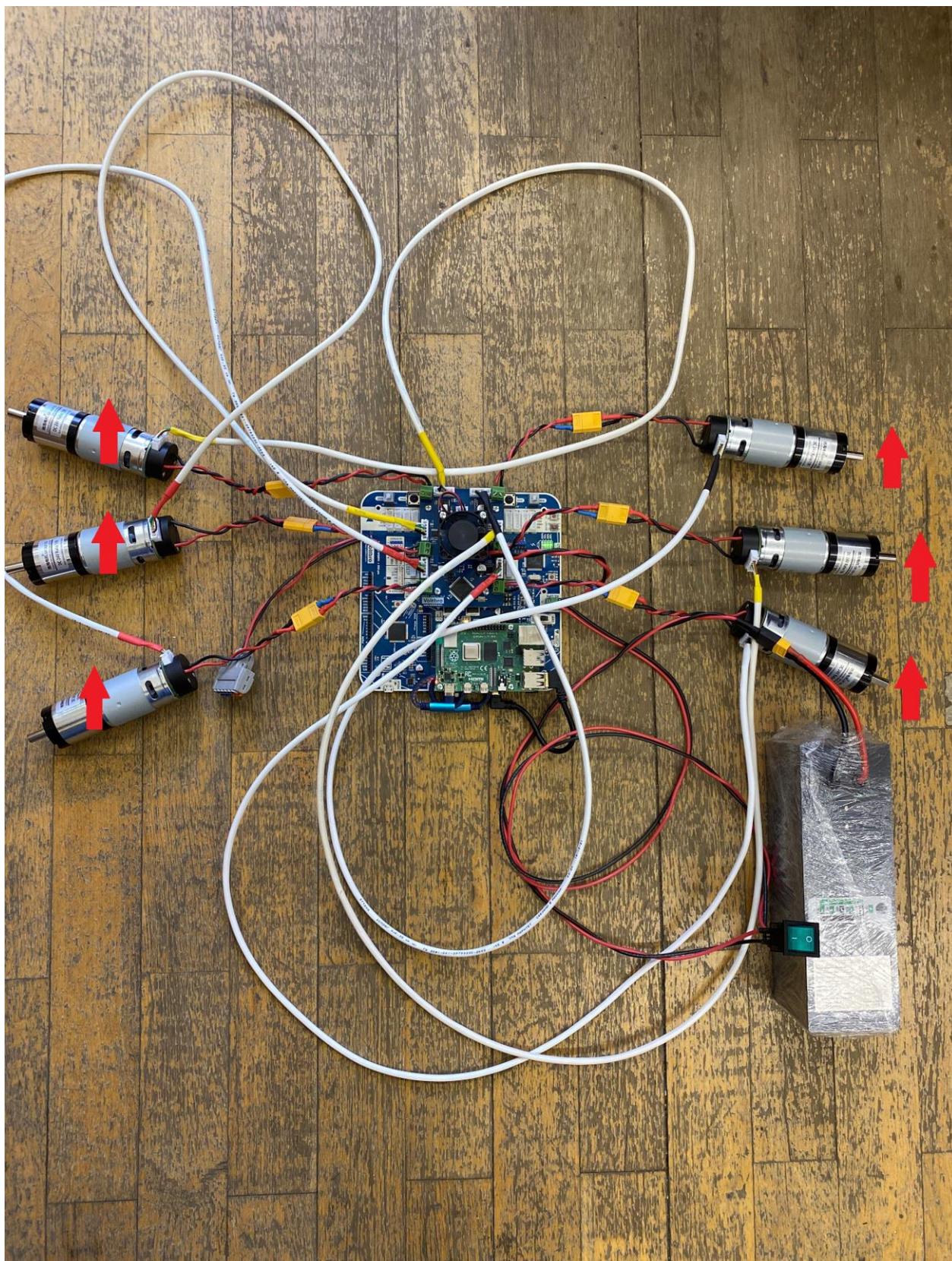


16.5. Подключите моторы и разложите их как на рисунке:

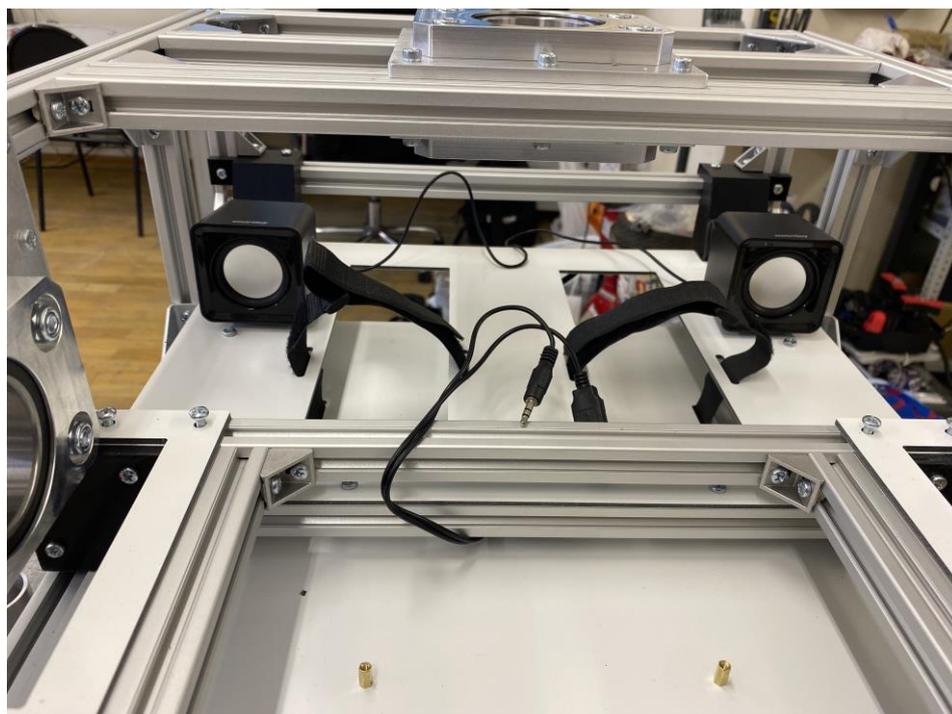


16.6. Подключите питание платы через аккумулятор и подключитесь к роботу по SSH.

16.7. В терминале запустите команду `rostopic pub /cmd_vel` с линейной скоростью $x = 0.1$. Все моторы должны начать вращаться вперед (по направлению стрелок на картинке):

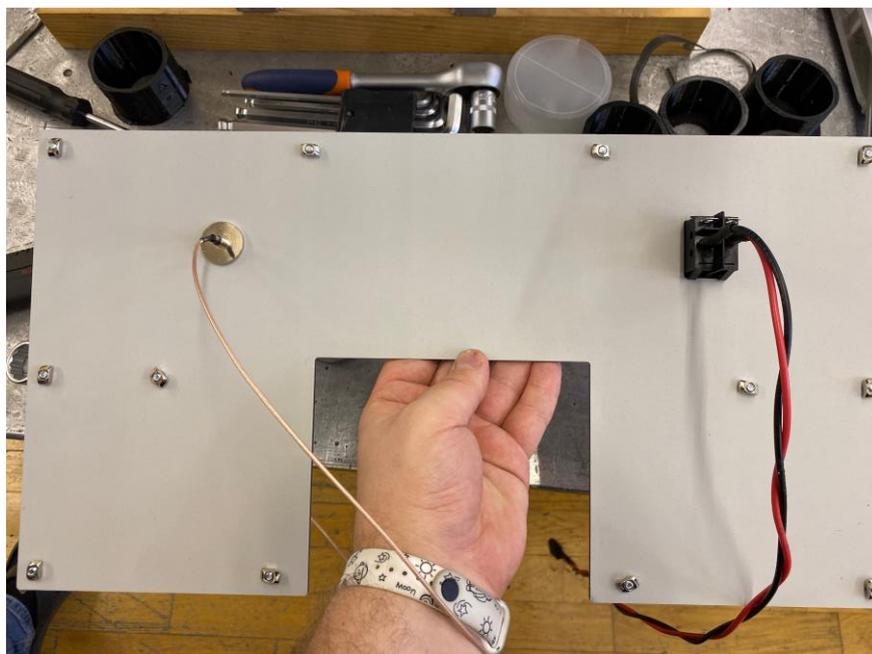


- 16.8. В соседнем окне выполните команду `rostopic echo /odom_pose2d` и убедитесь, что координата x увеличивается в положительную сторону
- 16.9. Увеличьте линейную скорость до 0.3 . Убедитесь, что все моторы стали вращаться быстрее
- 16.10. Измените линейную скорость в отрицательную сторону $x = -0.3$. Убедитесь, что моторы поменяли направление и вращаются в противоположную сторону, а также что одометрия по x – уменьшается в отрицательную сторону.
17. Приклеить на липучку колонки и протянуть кабель внутри кабель-канала:



18. К одной из верхних крышек прикрутить Т-гайки М4 используя винты М4х8, а также установить кнопку питания и антенный разъем

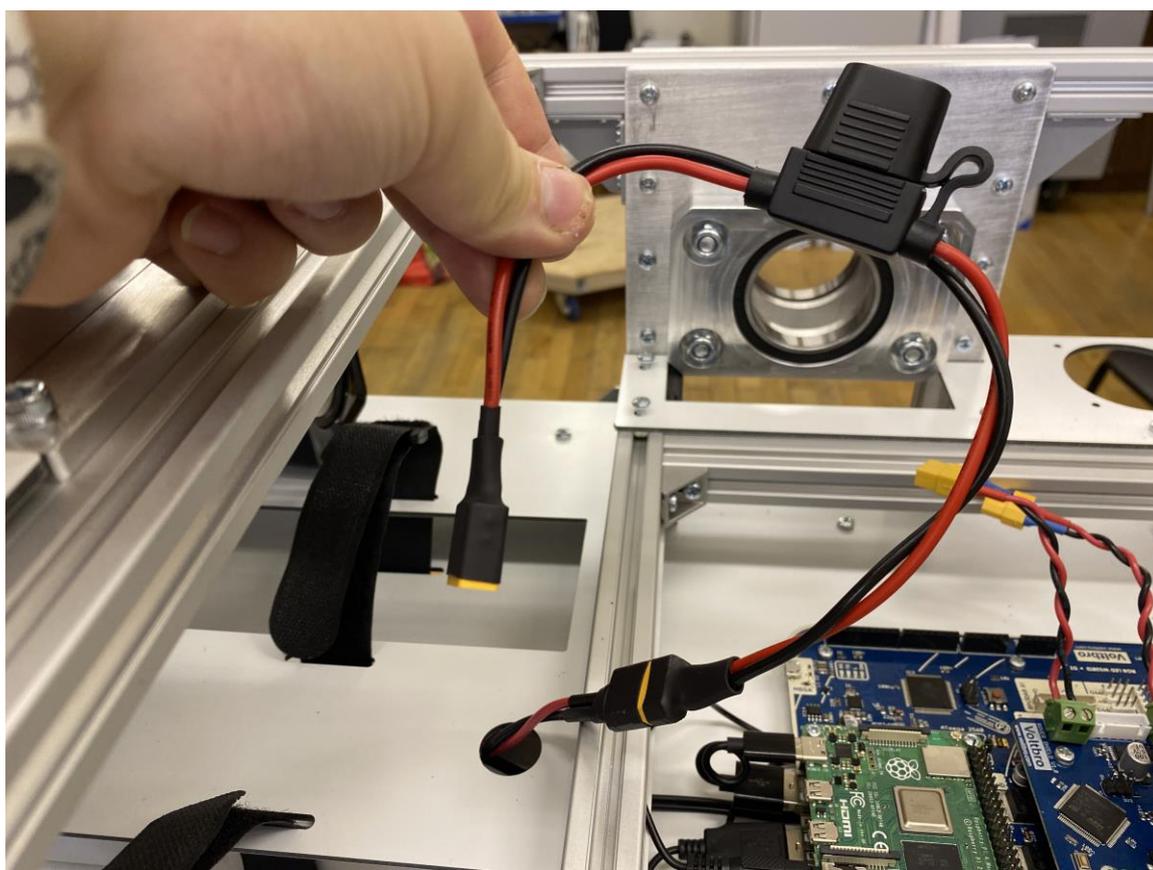




19. Установить крышку на ровера, подключить к кнопке провода питания для батареи и для turtleboard

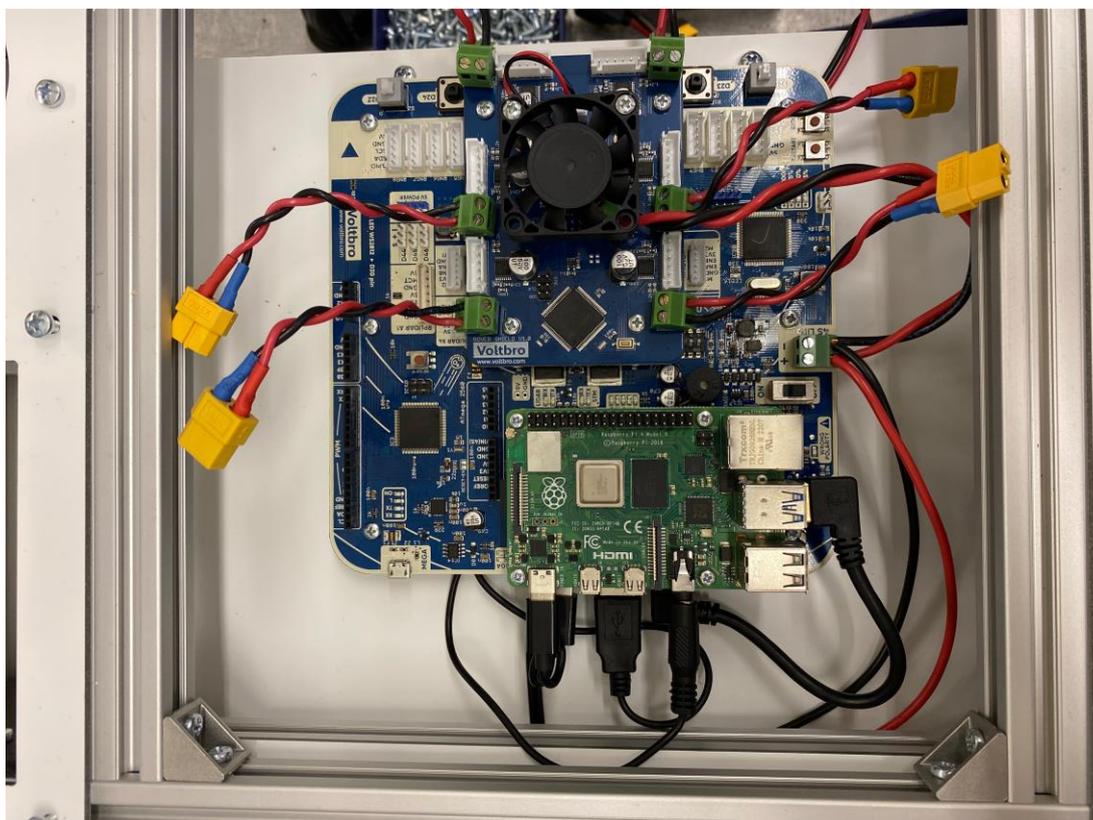


20. Просунуть провода питания в кабель-канал и вытащить из круглого отверстия, подключить кусок кабеля с предохранителем



21. Провести через кабель-канал антенный провод для Raspberry

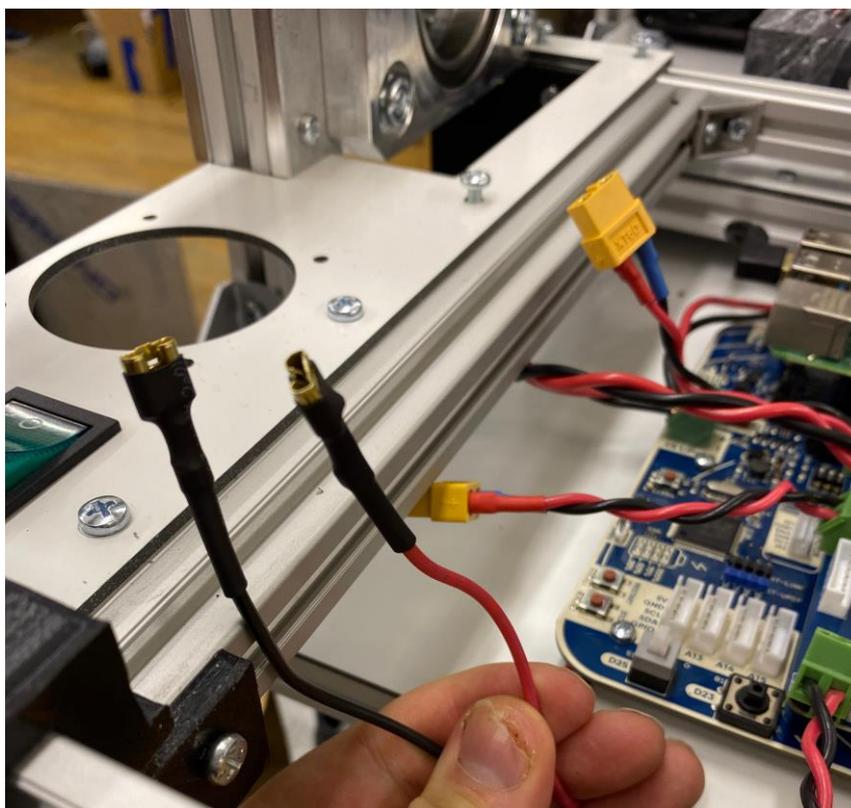
22. Установить внутрь ровера плату turtleboard и прикрутить с помощью М3х6



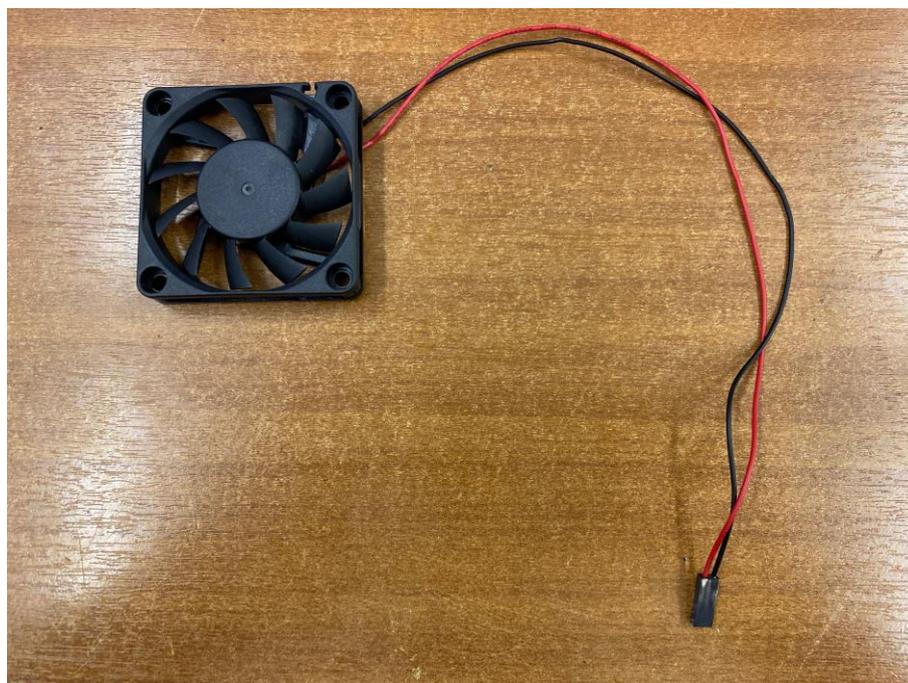
23. Подключить к Rasberry колонку и антенный кабель. Некоторое решение для крепления антенного кабеля. Вставить стойку 2.5 ПМ-10 и с помощью двух стяжек прикрепить провод



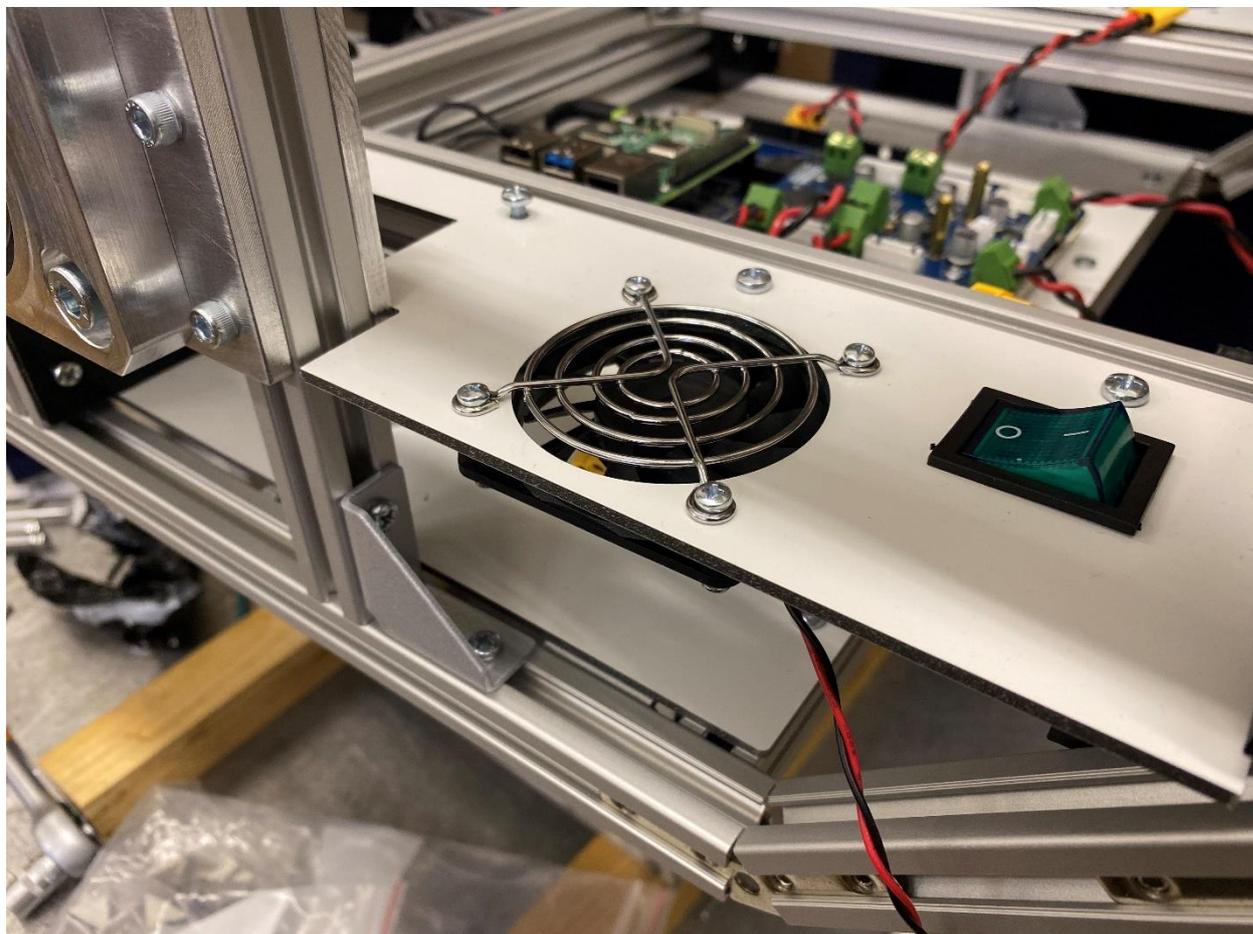
24. Кабель питания для подключить к кнопке включения питания

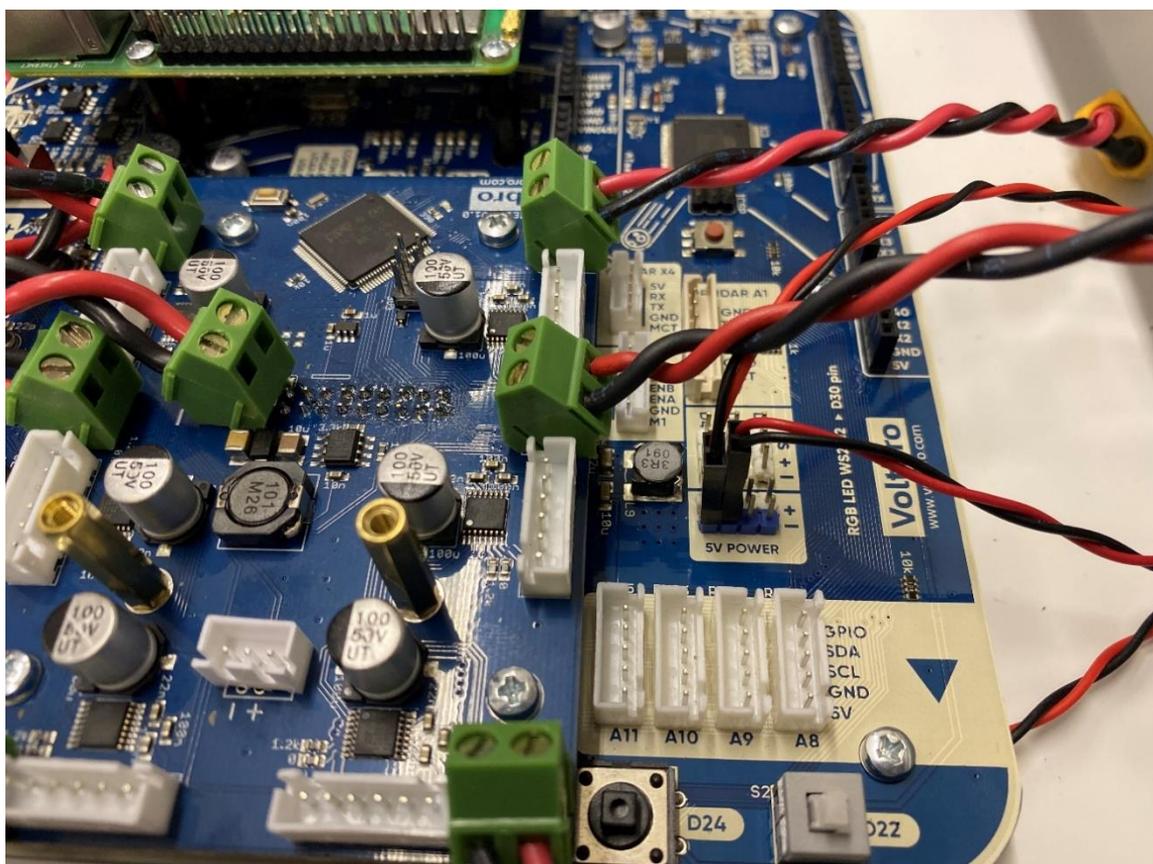


25. Обжать кабели подключения двух вентиляторов под черный разъем. Один вентилятор просто обжать. Ко второму вентилятору припаять уже обжатый «хвост».

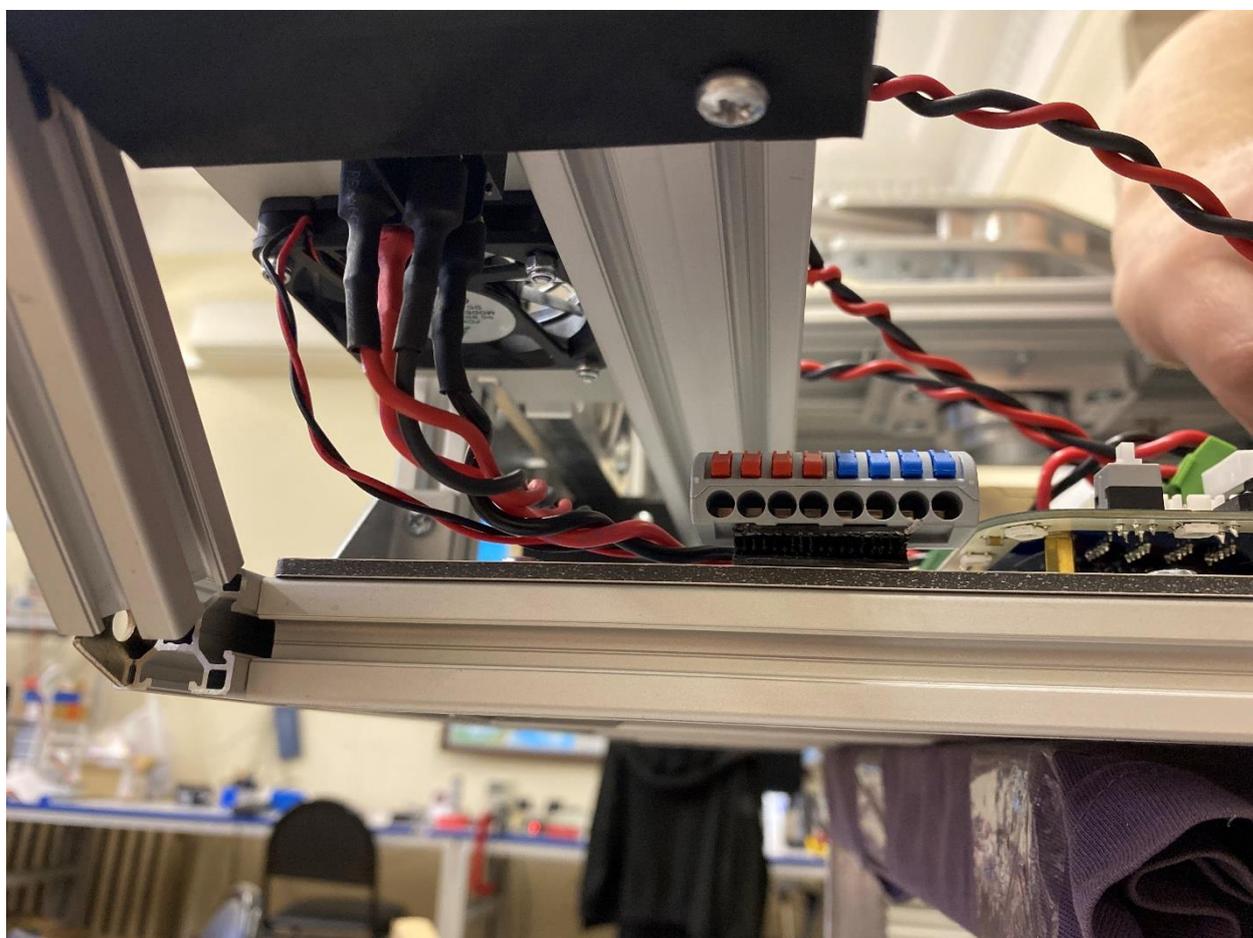


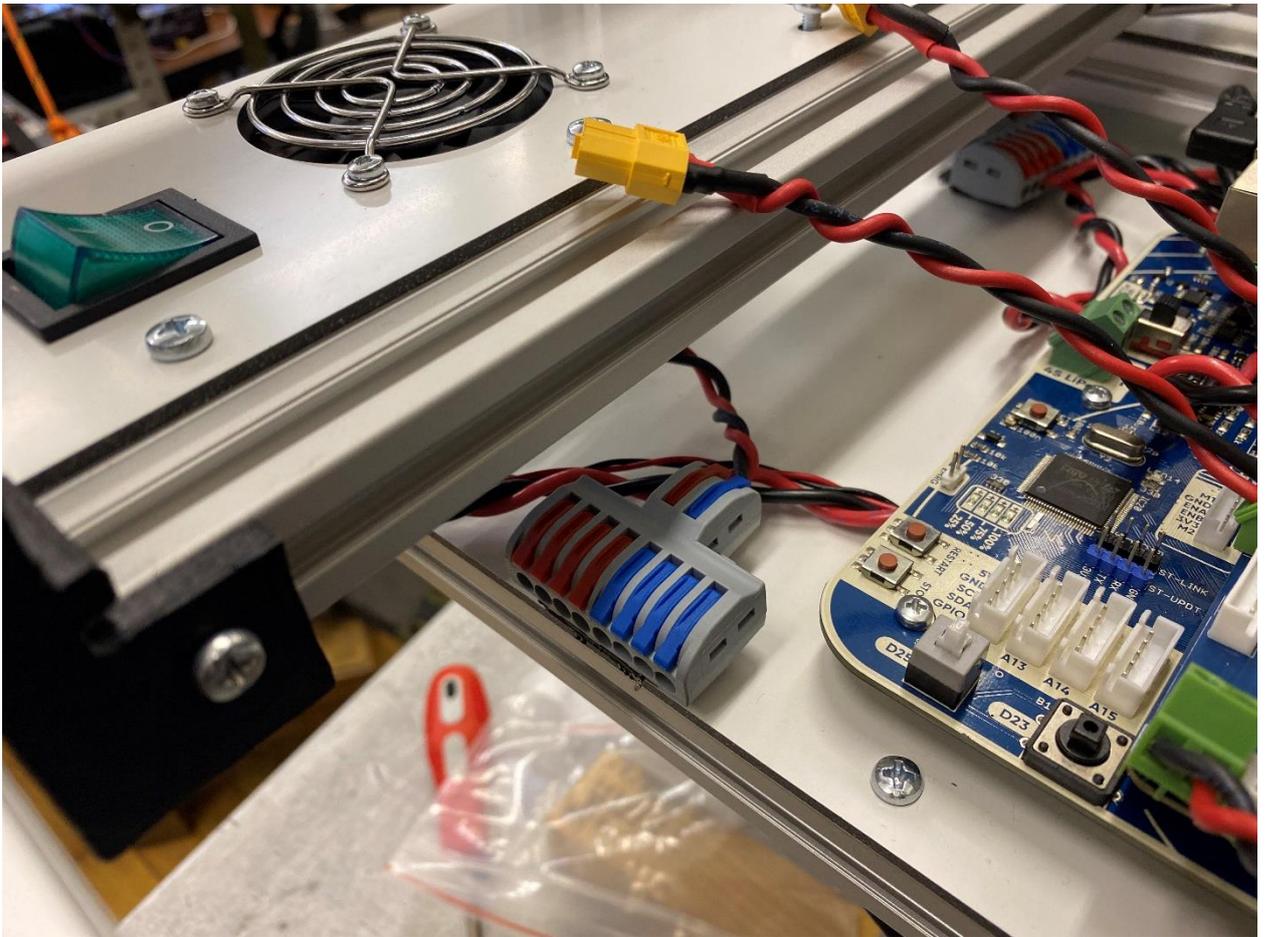
26. Установить вентиляторы с помощью 4-х винтов М3х20 и контррящей гайки М3, и подключить их в разъемы 5V power на плате turtleboard





27. Подключить к кнопке включения фар провод с разветвителем ~ 15 см.
Приклеить на двухстороннюю липучку разветвитель





Глава 5. Сборка обшивки

1. С нижнего поддона слегка снять защитную пленку (чтобы можно было накрутить Т-гайки)



2. Накрутить Т-гайки М4 с помощью винтов М4х8



3. Используйте крепёж для фар, чтобы прикрутить крепление фар к нижнему поддону. Соблюдайте направление крепления. Хорошо затяните!

Внешняя сторона

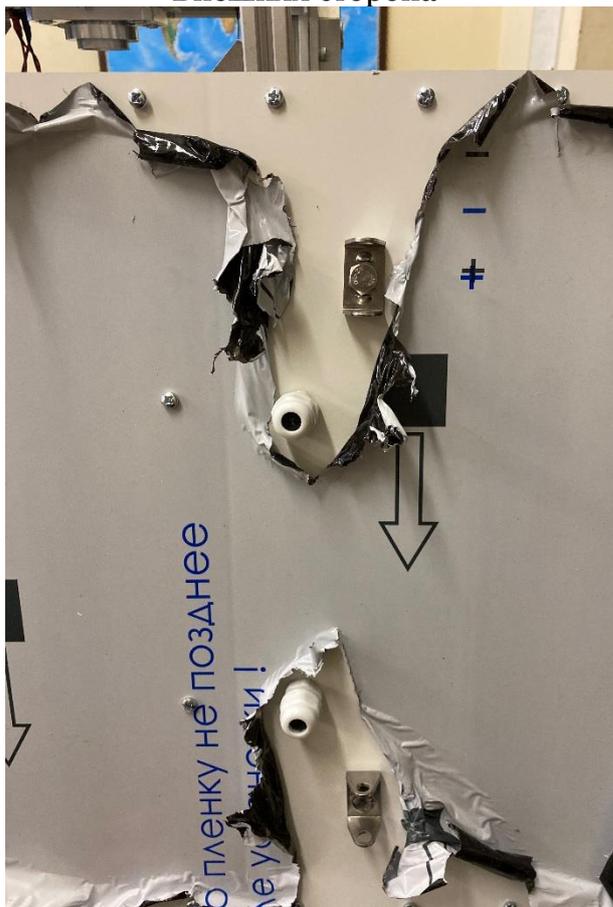


Внутренняя сторона



Также накрутите отсек для проводки:

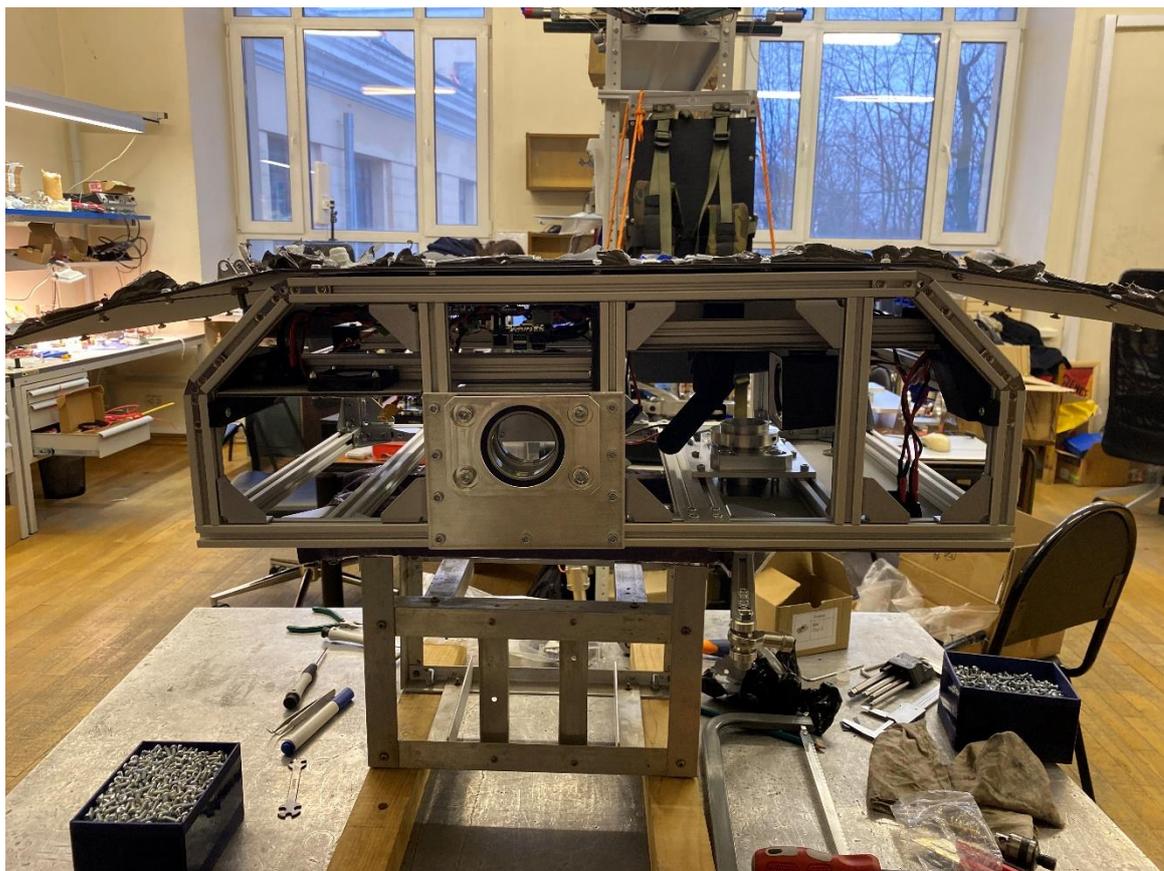
Внешняя сторона



Внутренняя сторона



4. Переверните робота и прикрутите поддон. Сначала накрутите середину (не затягивайте). Потом крайние части. В конце закрутите!





5. Внешнюю часть отсека для проводки протяните через кабель фары



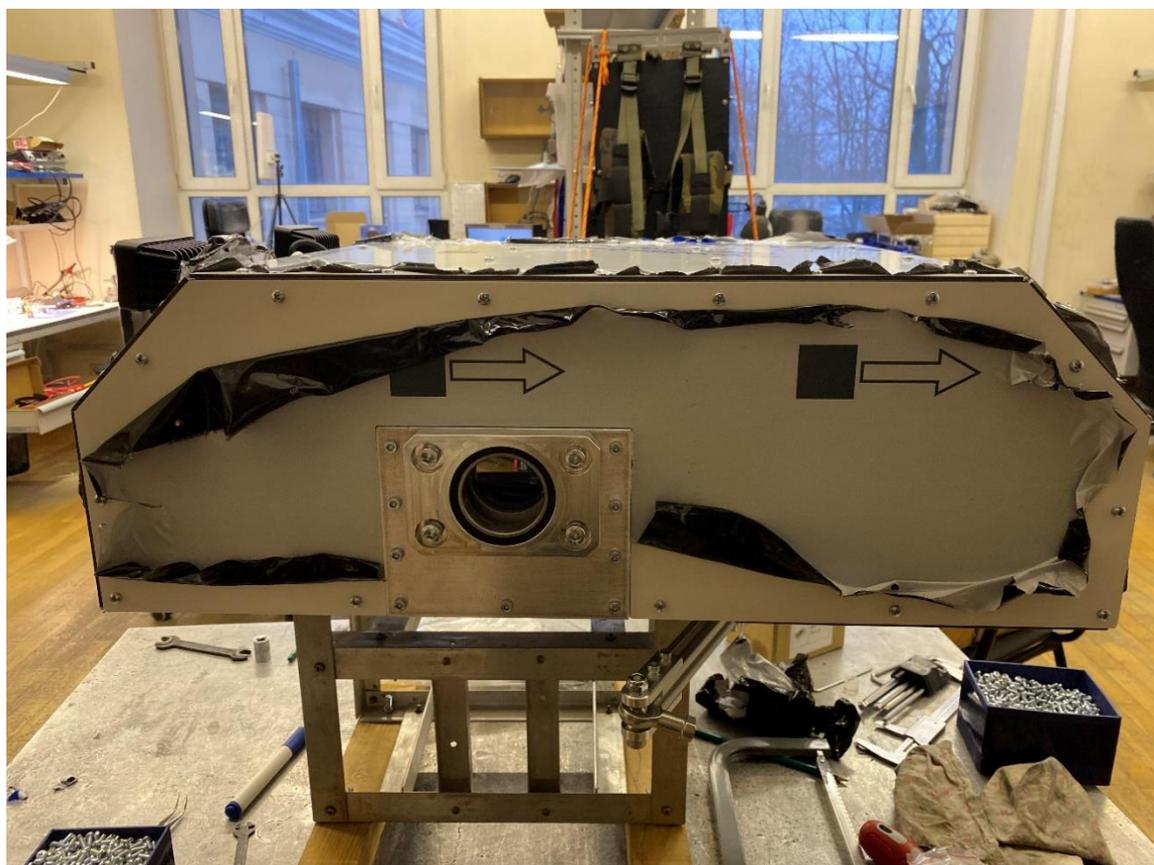
6. Установите фары в крепления:



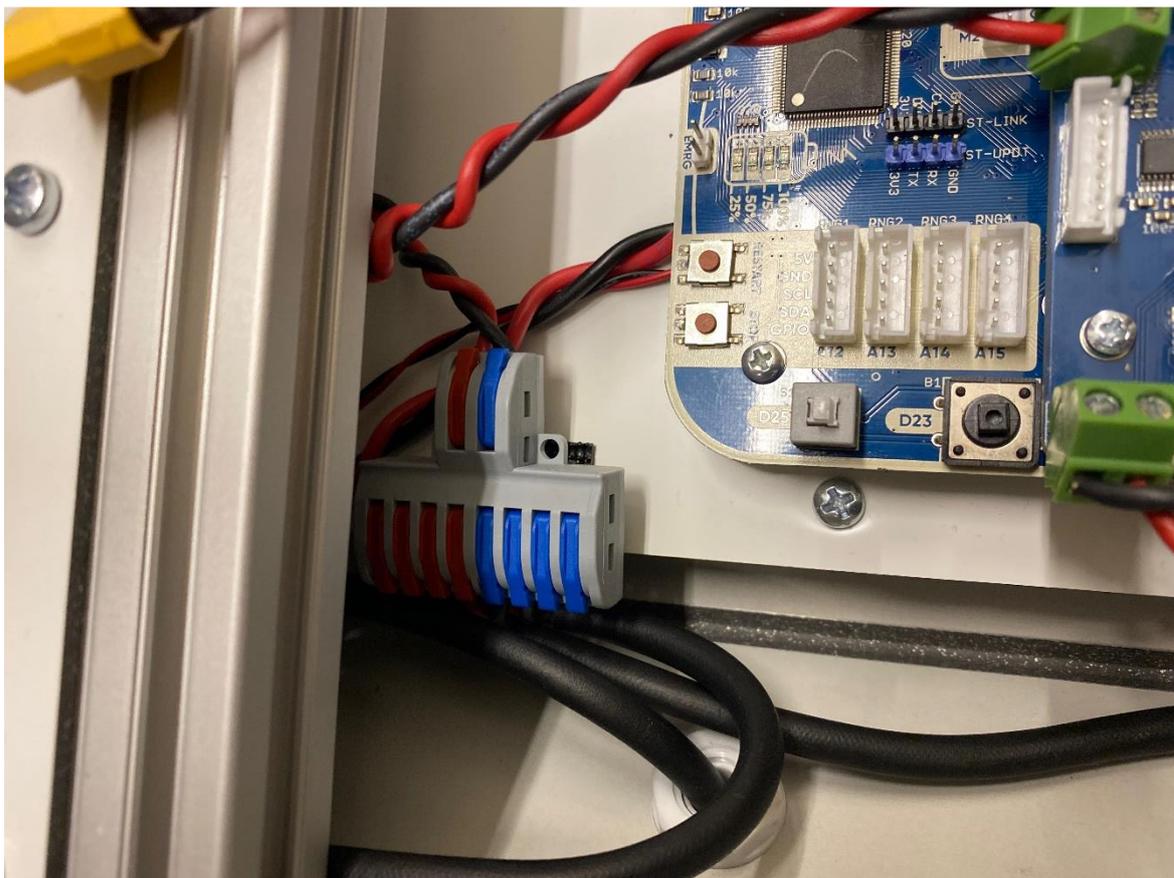
7. Немного отклейте защитную пленку от боковых пластин и накрутите Т-гайки М4



8. Прикрутите боковые пластины



9. Переверните роботы. Не забудьте подключить питание фар к разветвителю

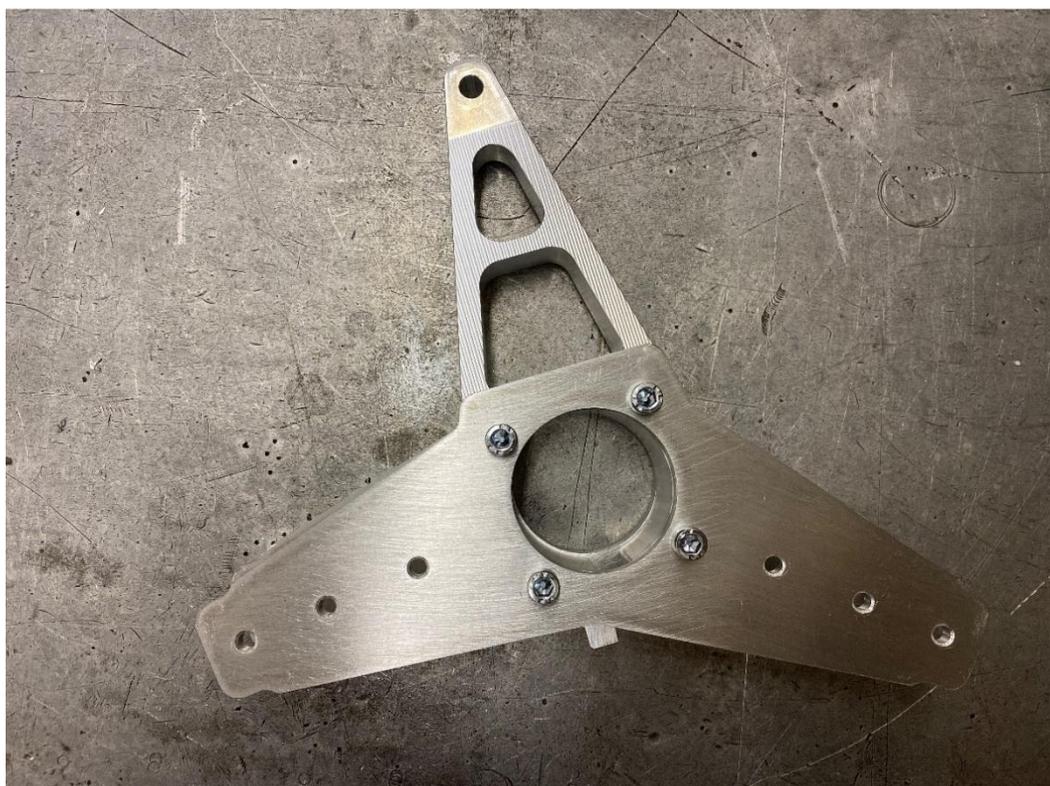


Глава 6. Сборка подвески

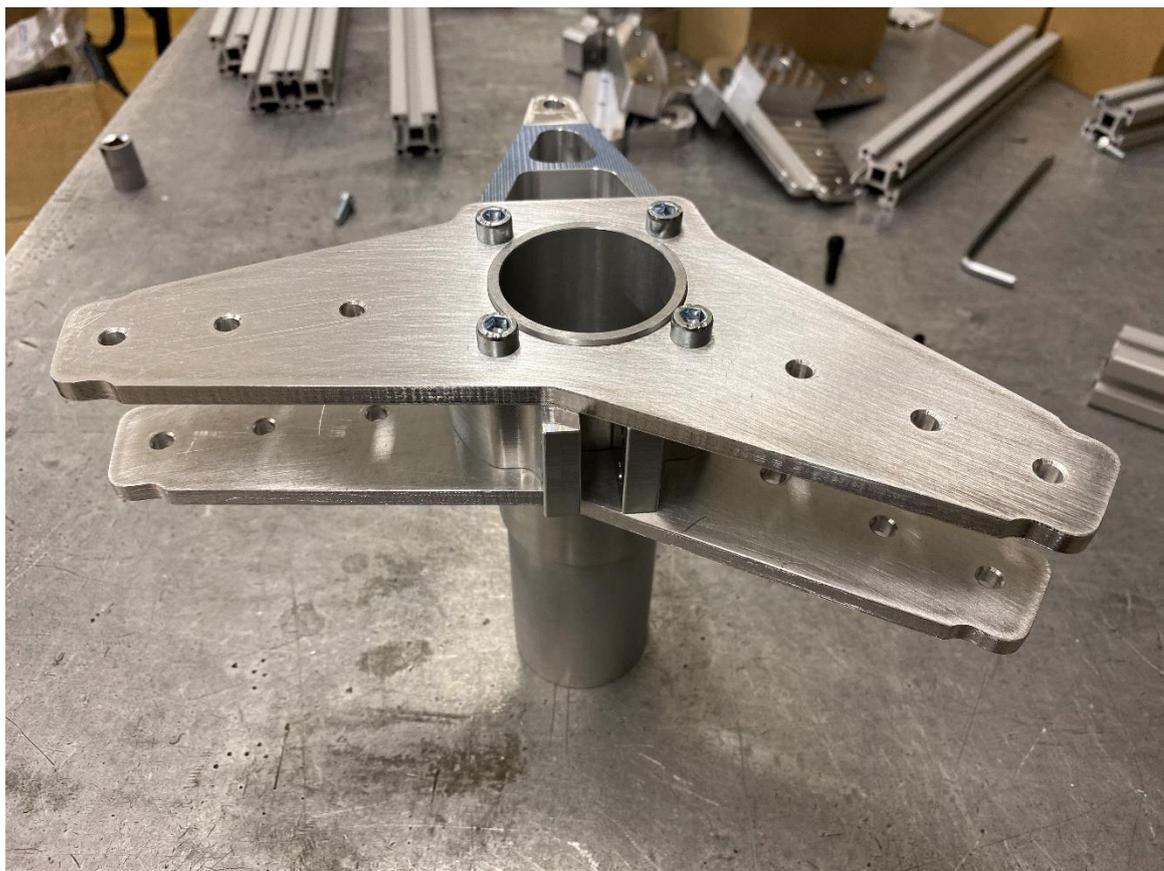
1. Важно! Часть для противоположной стороны подвески необходимо делать зеркально!
2. Подготовьте 3 детали для сборки основания подвески:



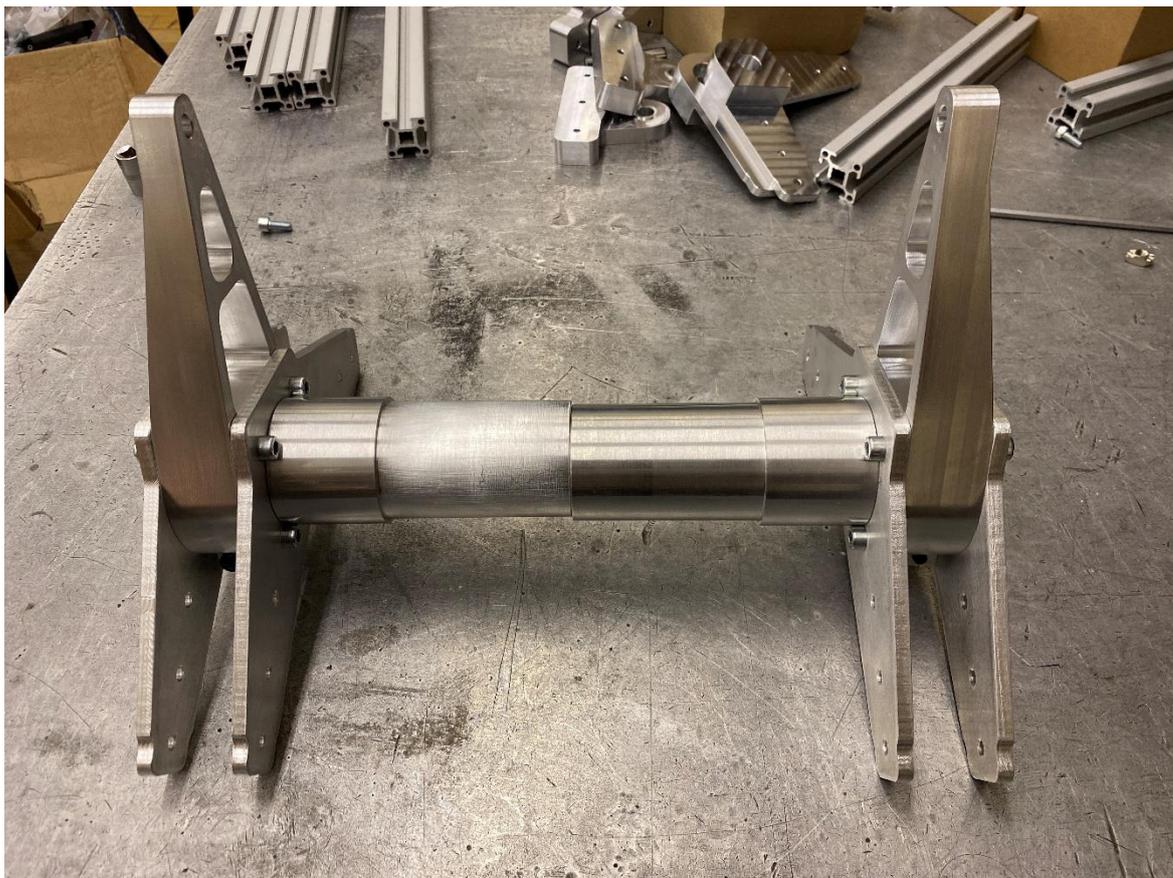
3. Установите детали как показано на фото и накрутите 4 шестигранных винта М6х14

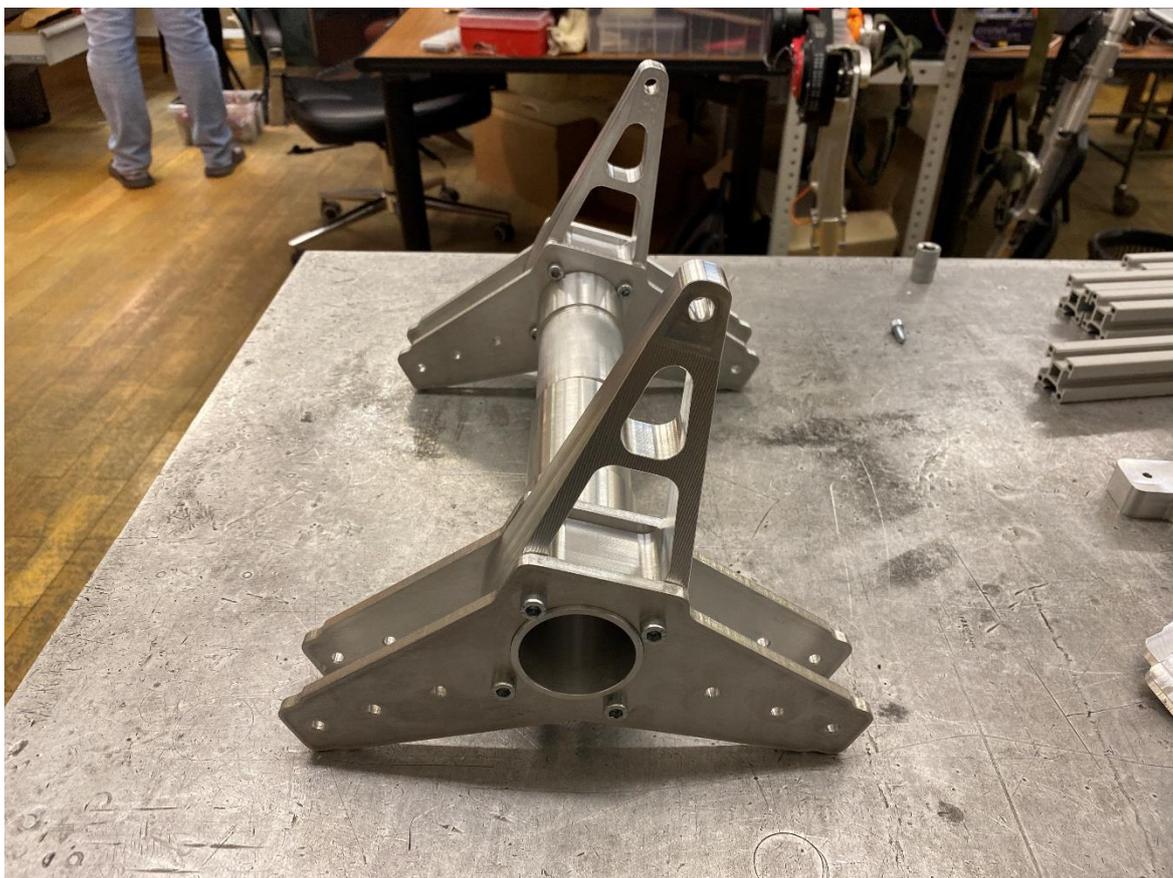


4. Вставьте трубу в изготовленную сборку и накрутите, с другой стороны, еще 4 винта М6х14

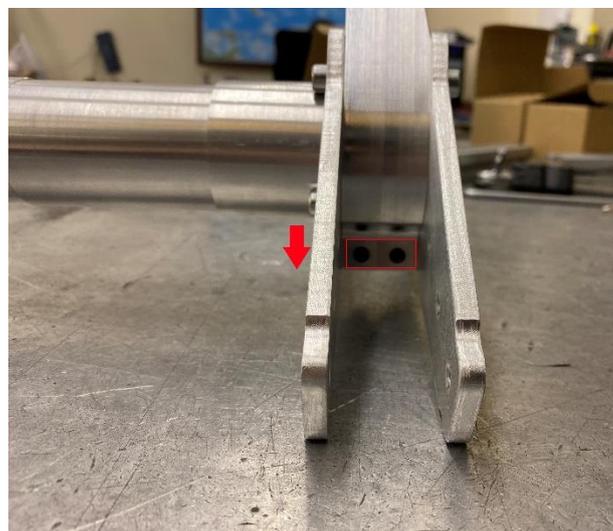
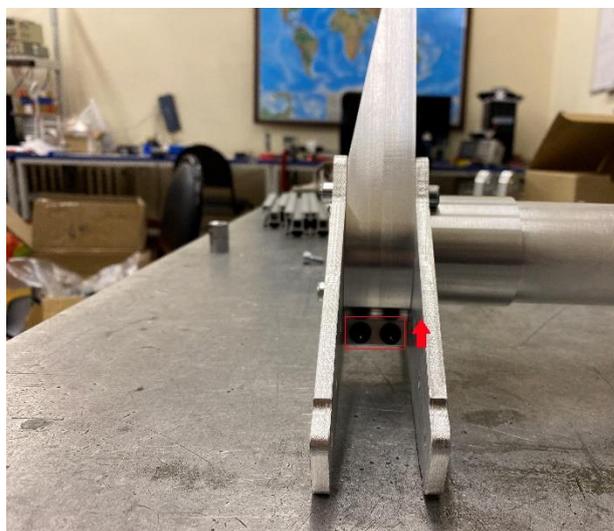


5. Изготовьте зеркальную сборку:





6. В хомут вкрутите 2 шестигранных винта М6х20 (проверьте, что сначала винт заходит в отверстие без резьбы, а закручивается в отверстие с резьбой)



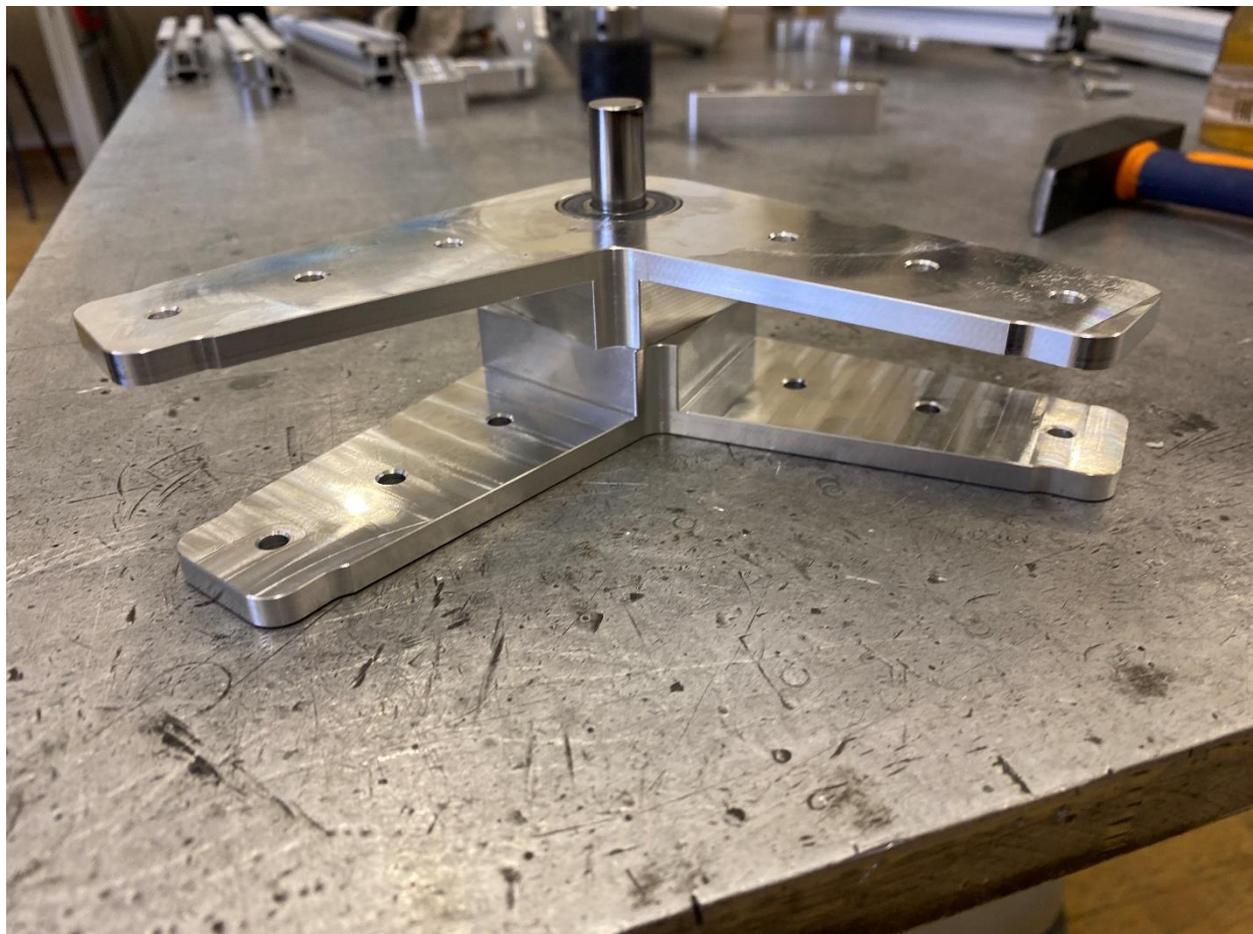
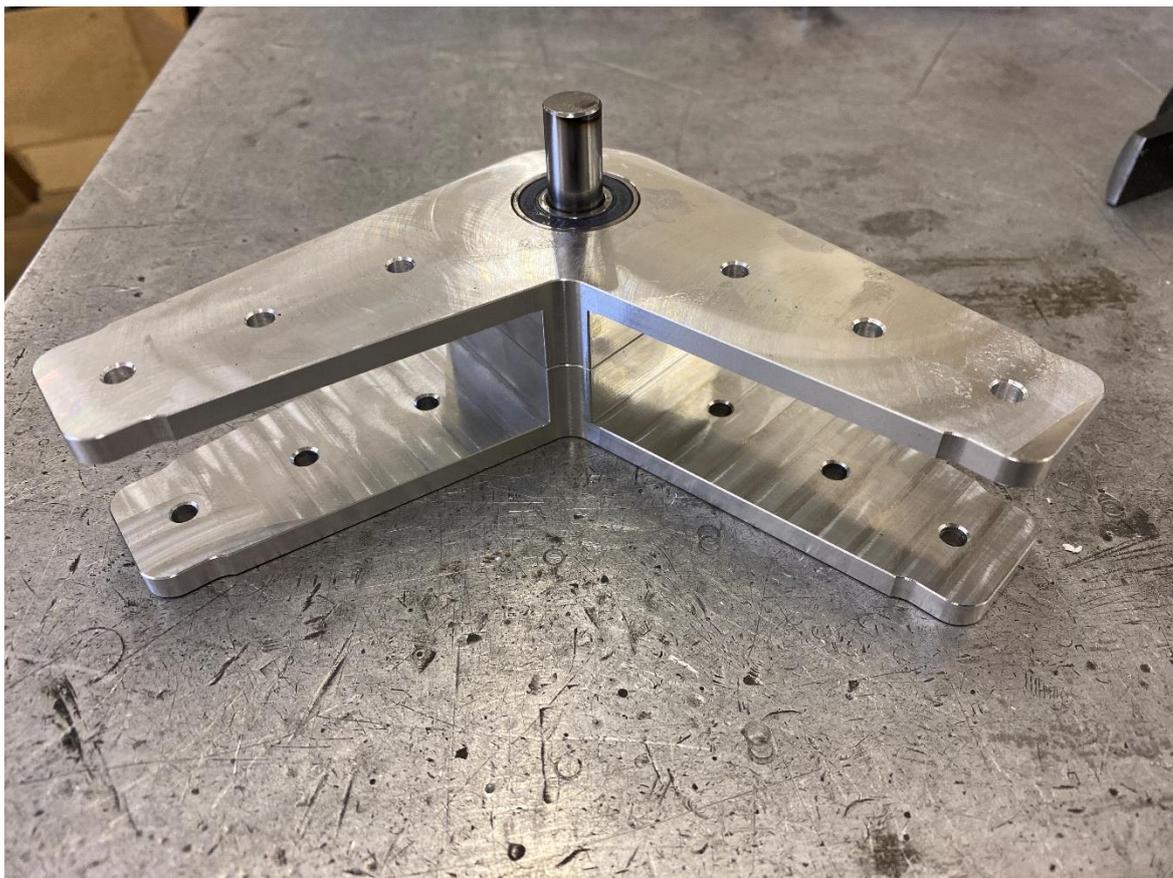
7. Подготовить следующие детали



8. Вставить подшипники в Г-образные детали. Можно использовать масло для более плавного вхождения)



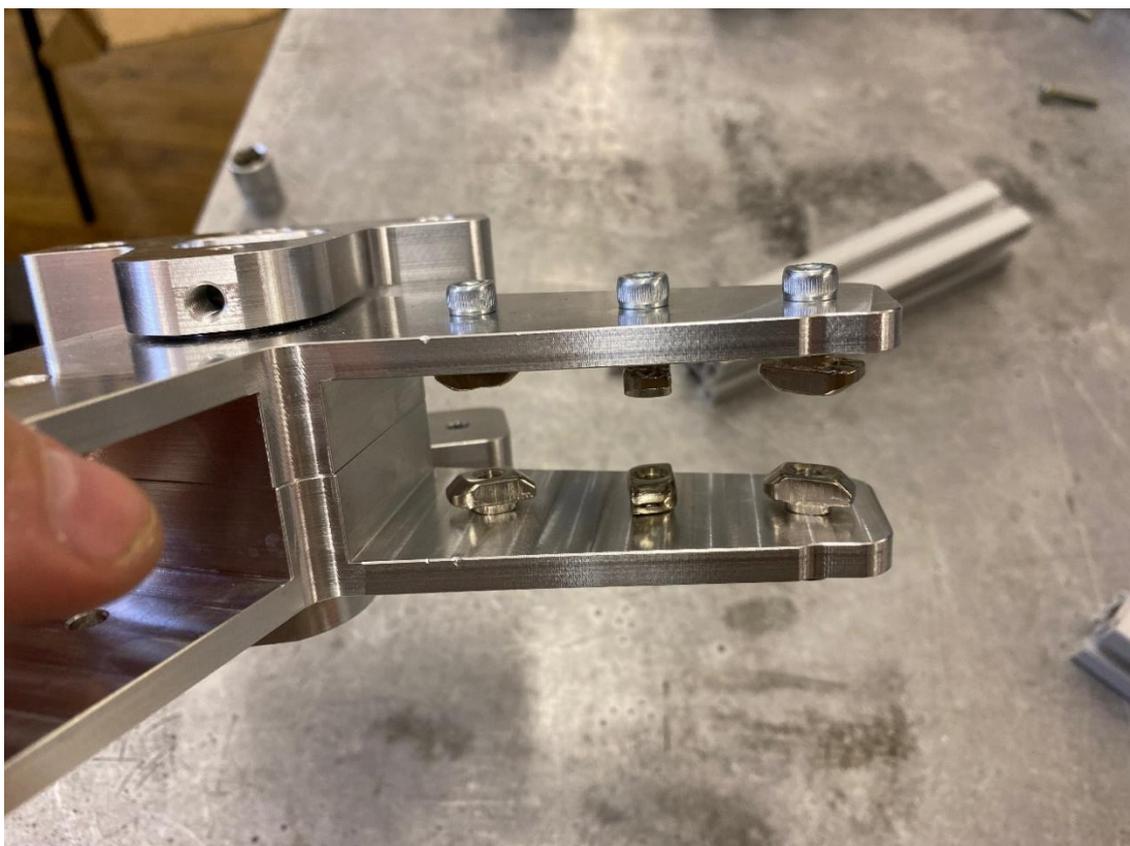
9. Соединить две Г-образные детали с помощью металлической втулки



10. С внешней стороны вставить две Т-образные детали



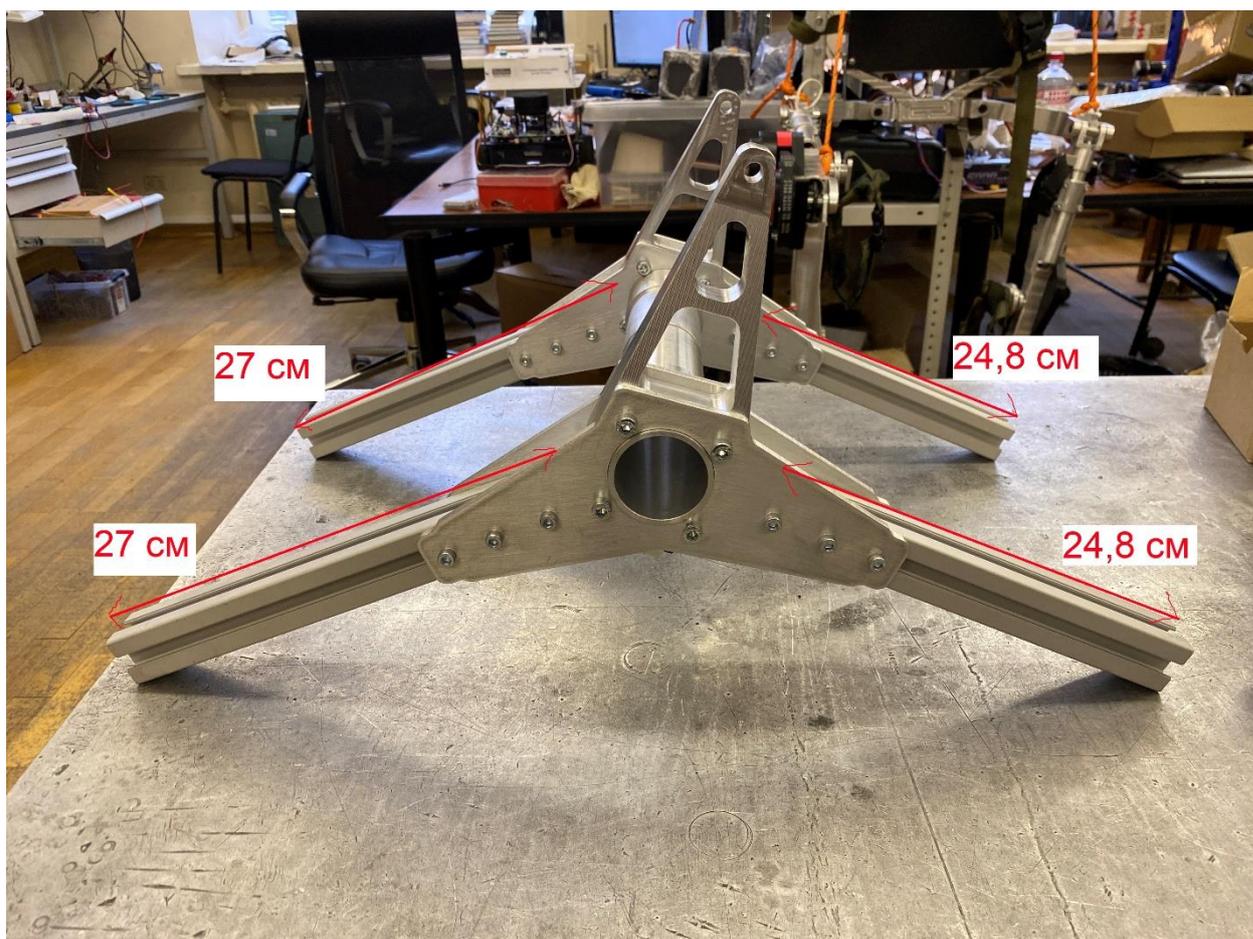
11. Накрутить с двух сторон по 6 Т-гаек М5 с помощью шестигранных винтов М5х12



12. Вставить профиль (16 см) до упора с обоих концов и затянуть. Симметрично повторить действия 7 – 12.



13. Подготовить профиль (27 см и 24,8 см) и прикрепить их к основаниям подвески как показано на рисунке. Использовать Т-гайки М5 и винты М5х12

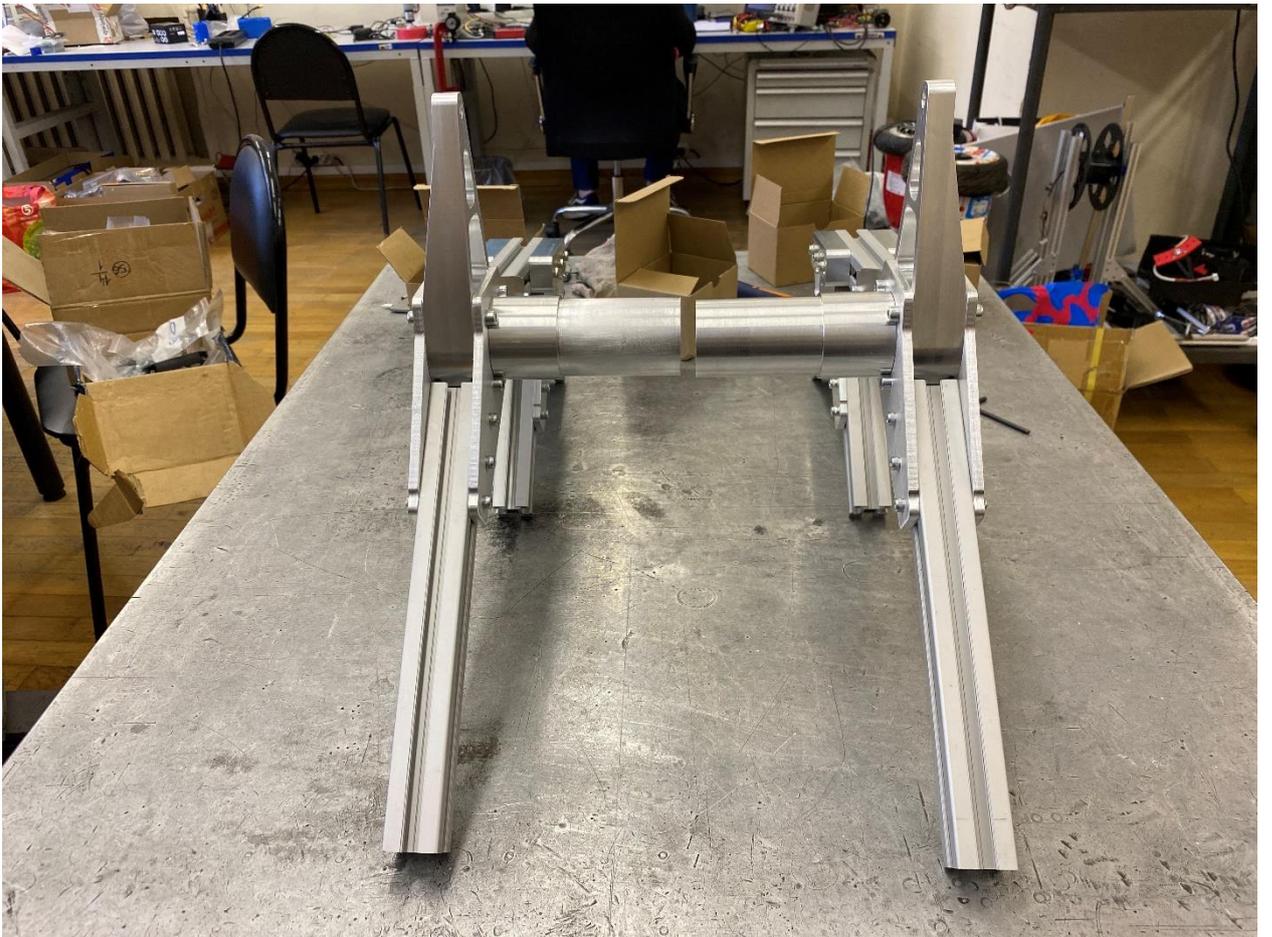


14. Используя 6 винтов М5х25 накрутить Т-гайки М5 на переходное звено подвески



15. Вставить оставшийся конец профиля 24,8 см основания подвески в переходное звено и закрепить. Повторить на втором элементе

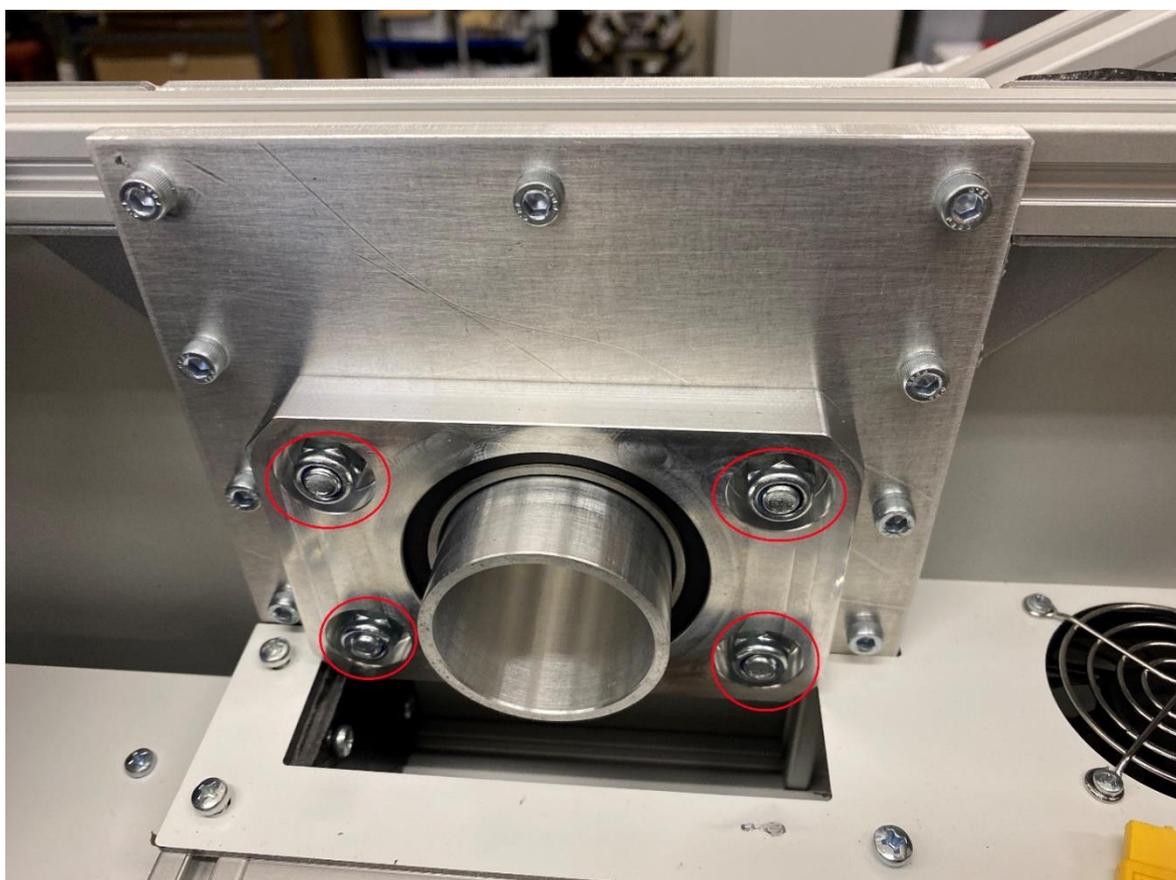




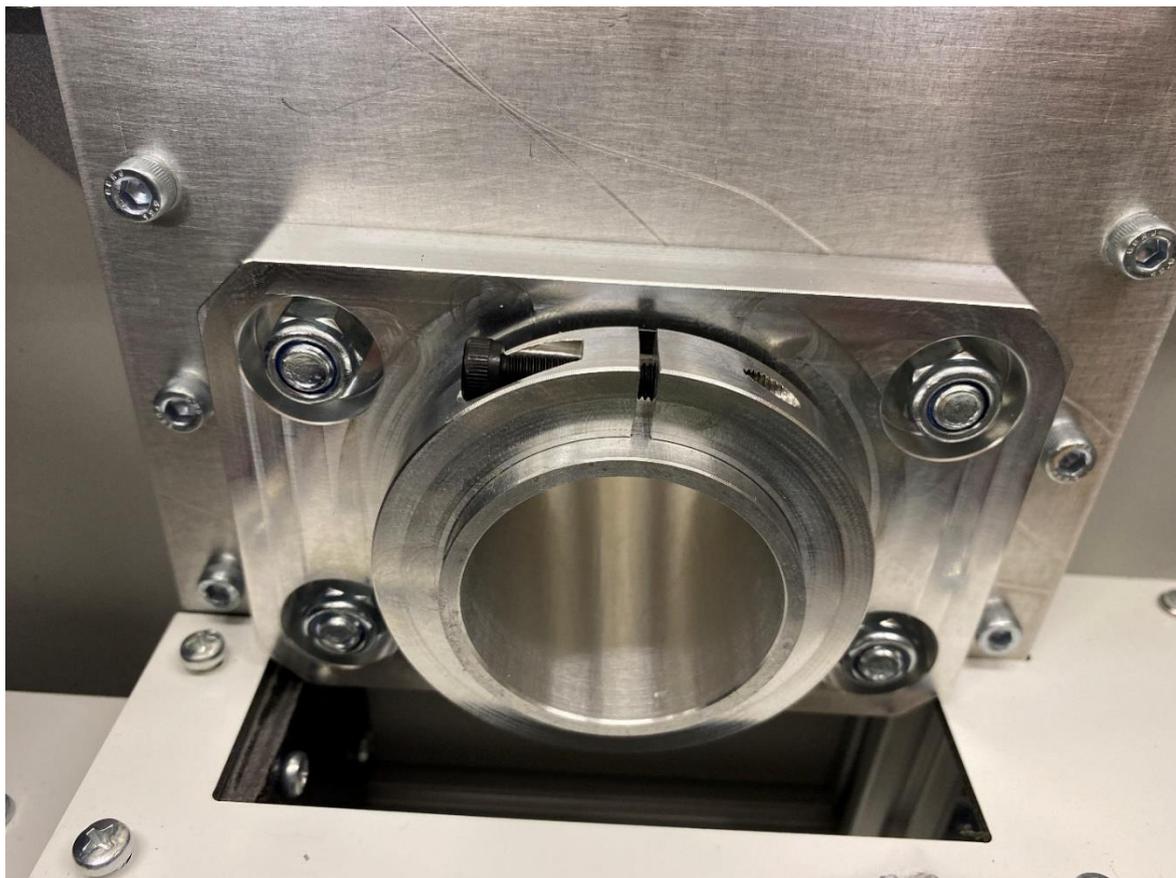
16. Установить в ровер обе части подвески (использовать масло)



17. Затянуть винты элементов крепления подвески



18. Установить хомуты и затянуть их усиленным винтом М5х22



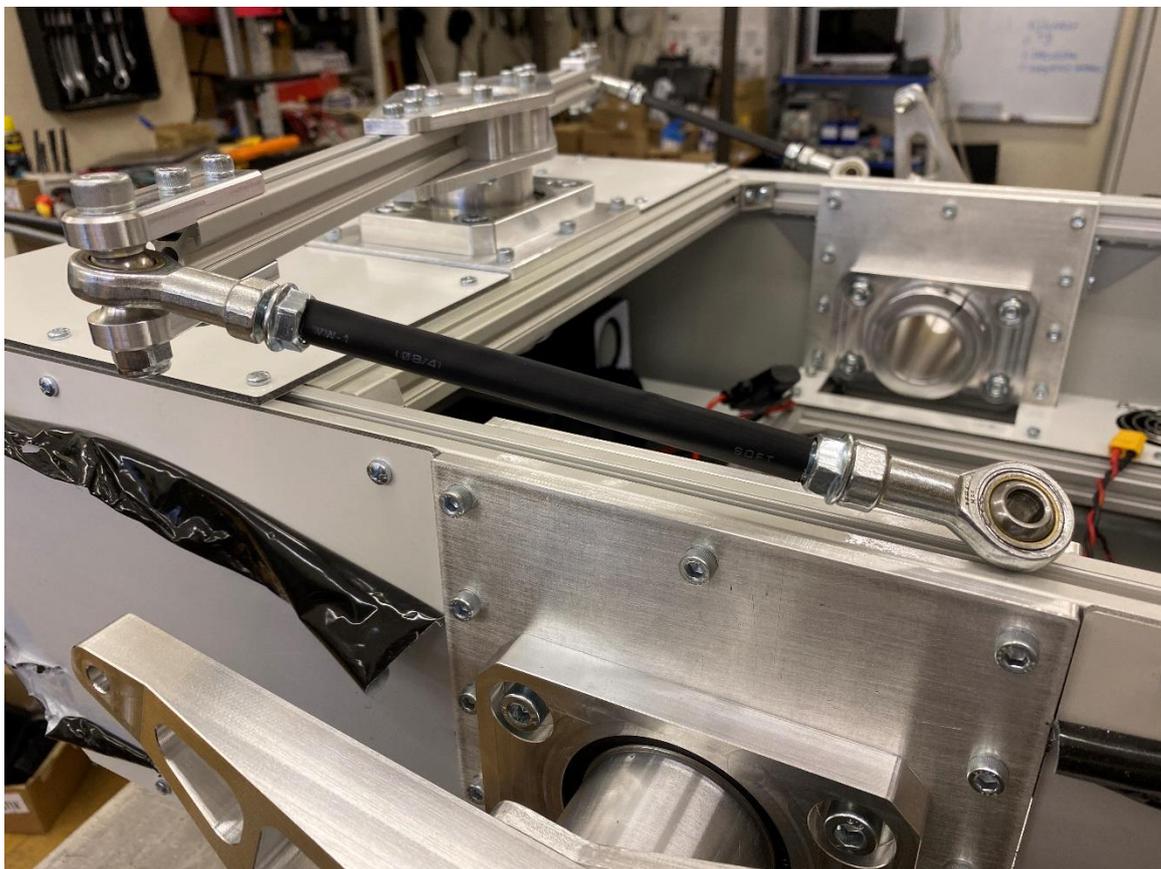
19. Отпилить 2 куска шпильки М8 по ~164 см



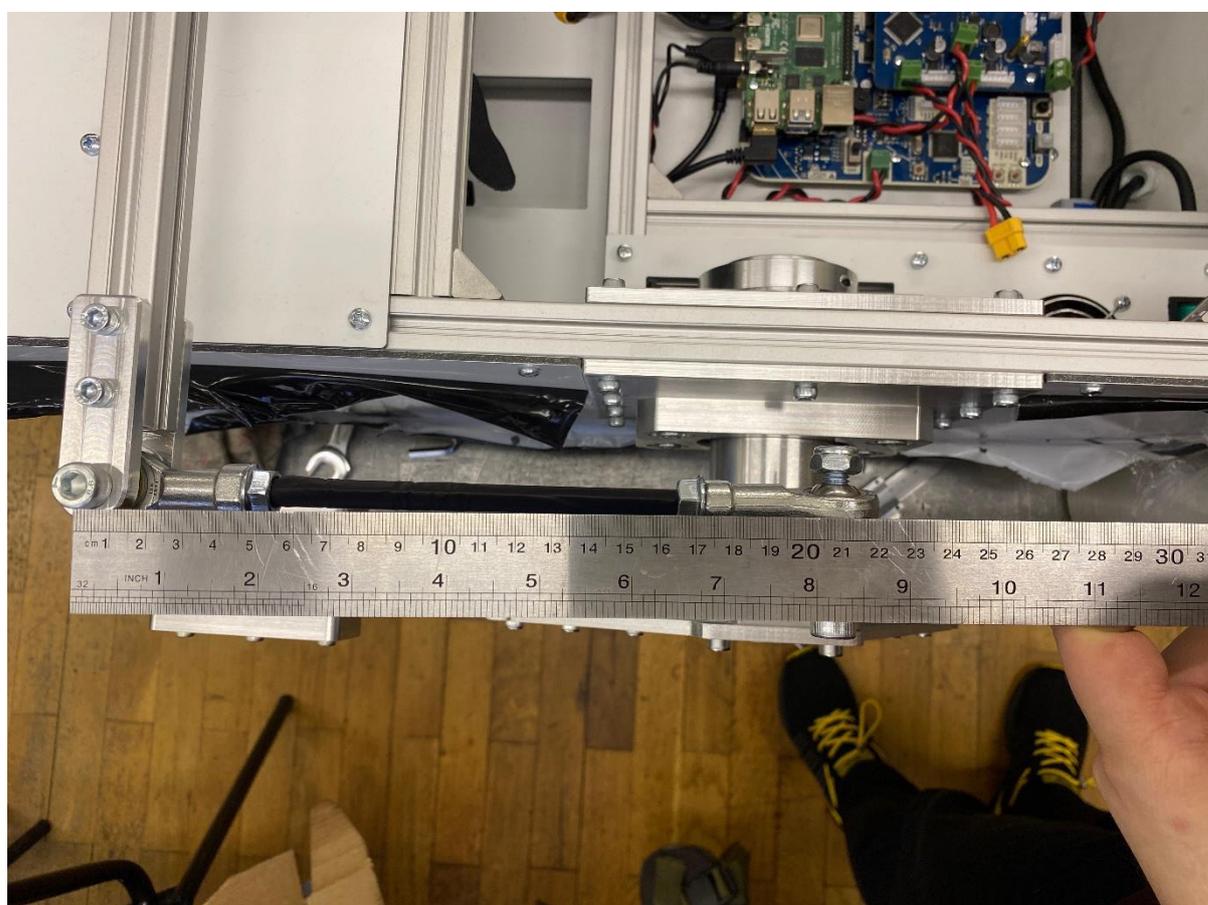
20. Отрезать 2 куса термоусадки по ~120 см, надеть их на шпильки и собрать следующий элемент используя фланцевые гайки М8. Не вкручивать до конца!



21. Вкрутите этот элемент в шаровую тягу



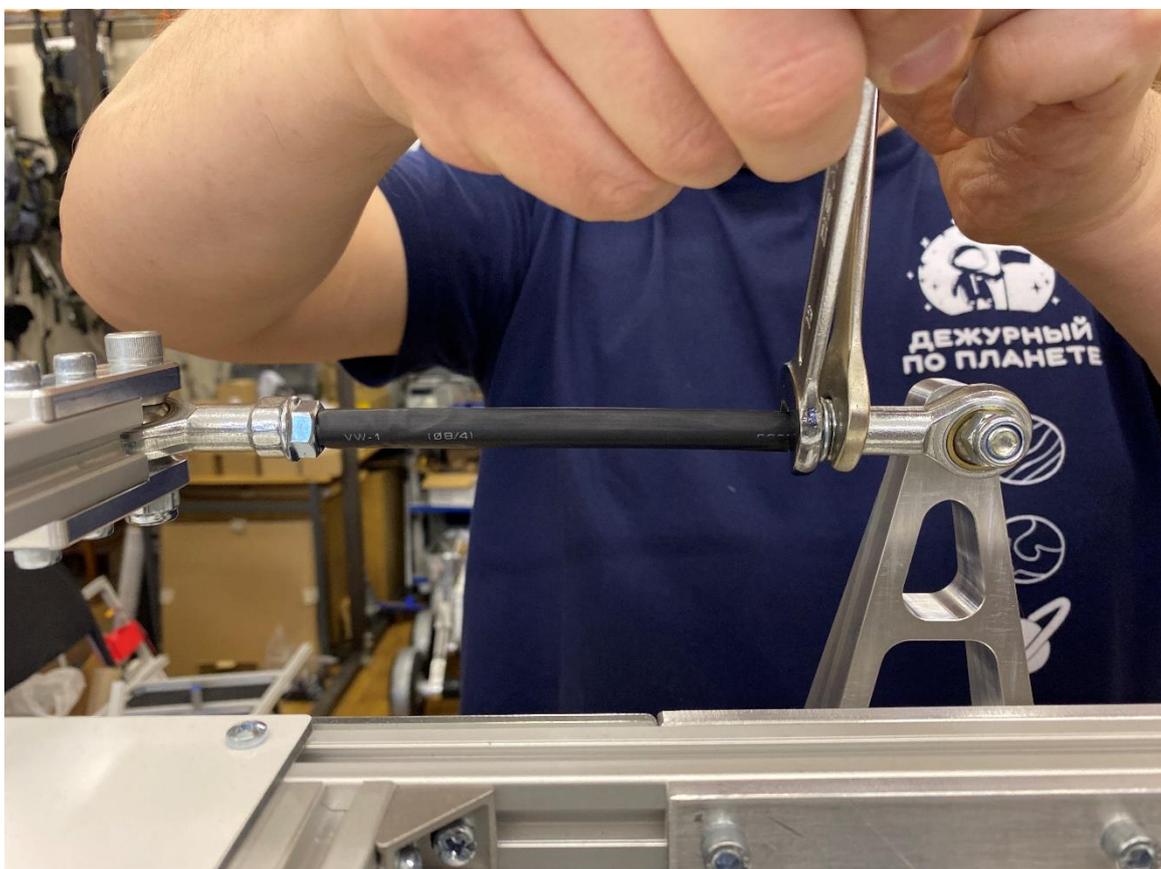
22. Вставьте свободный конец шпильки в подвеску и с помощью «докручиваний» шпильки добейтесь чтобы обе части ровера были горизонтальными:



23. Затянуть шаровую тягу конtringими гайками М8



24. Затянуть фланцевые гайки так, чтобы шаровые тяги были перпендикулярны:



Глава 7. Досборка подвески. Сборка моторов

1. Вдеть в моторные трубы заднюю втулку. Если втулка сразу не входит, использовать напильник или термофен. Необходимо чтобы втулка держалась в трубке более-менее свободно



2. Вставить трубку в крепление. Крепление должно располагаться на расстоянии 10 см от заднего края. Также важно, чтобы отверстие под крепление задней втулки было на одной линии с верхней точкой крепления.



3. Подготовка мотора

3.1. Выкрутить из трубки внутреннее крепление для мотора



3.2. Прикрутить его к мотору с помощью винтов М3х10 скрытых



3.3. Установить внешнее крепление для колеса:



3.4. Зафиксировать его с помощью усиленных винтом М4х15



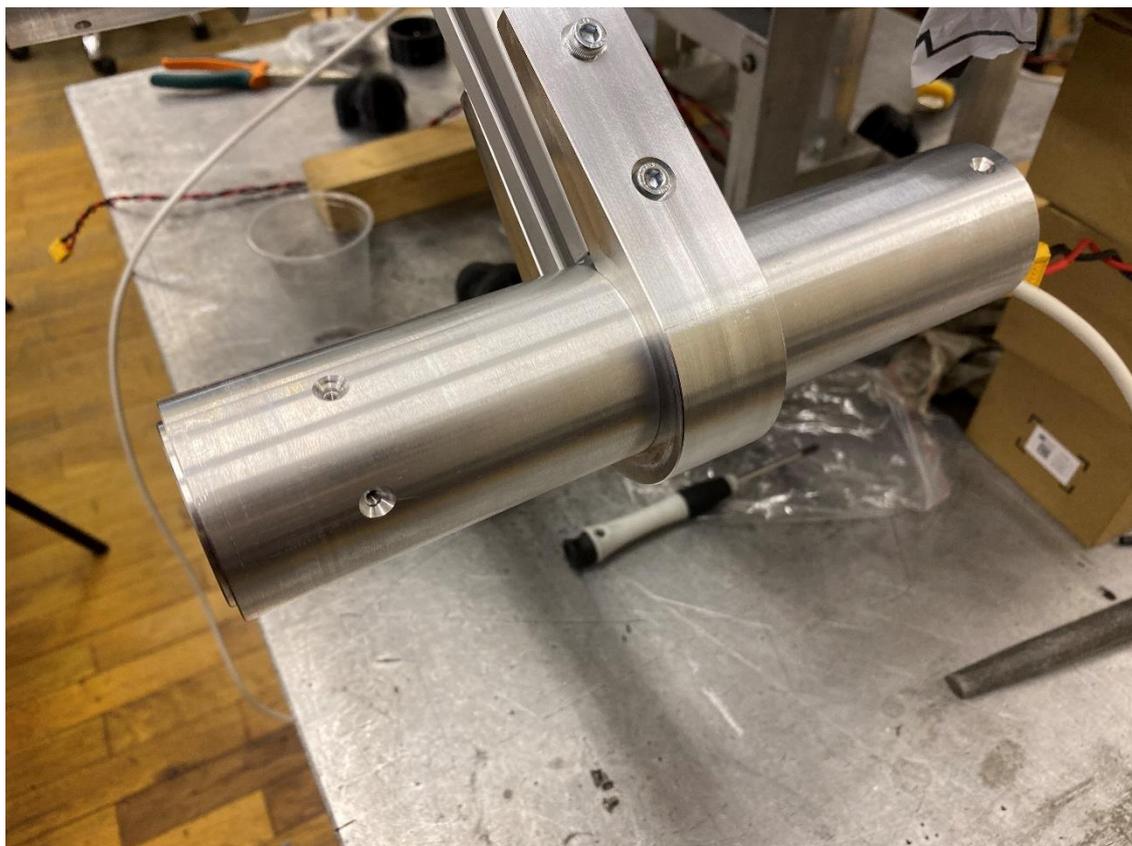
4. Накрутить 4 Т-гайки М5 с помощью винтом М5х14 к креплению трубки



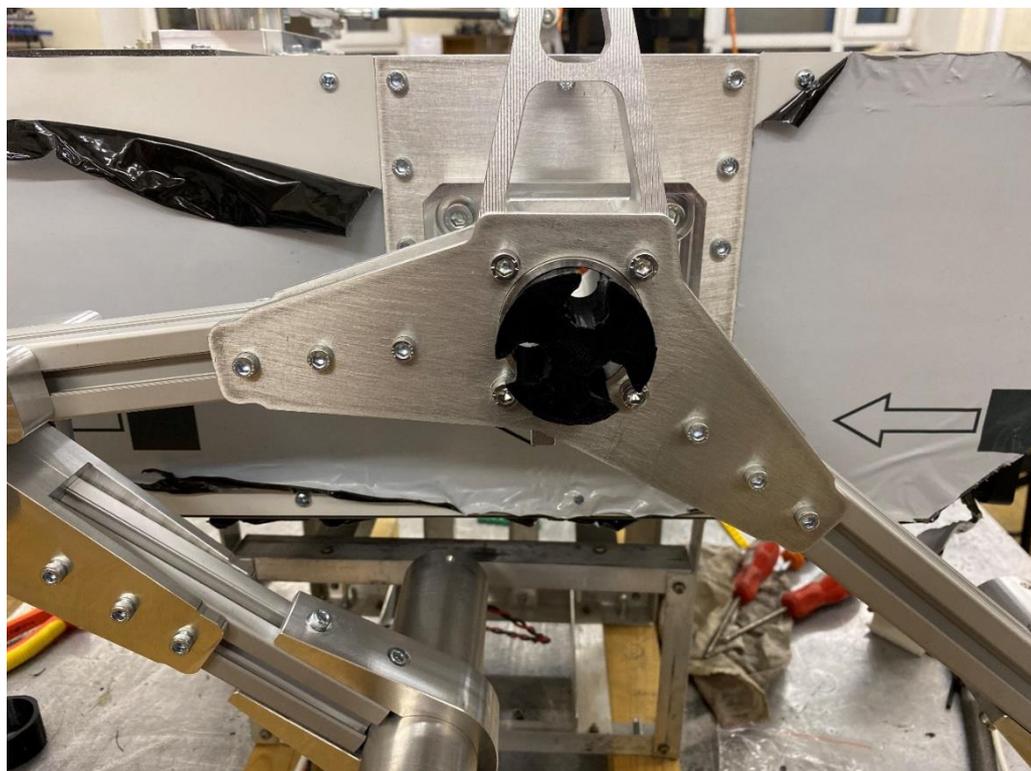
5. Подключить к мотору удлинитель-питания и энкодерный кабель. Обратите внимание, что в мотор вставляется часть энкодерного кабеля без обжатого заземления



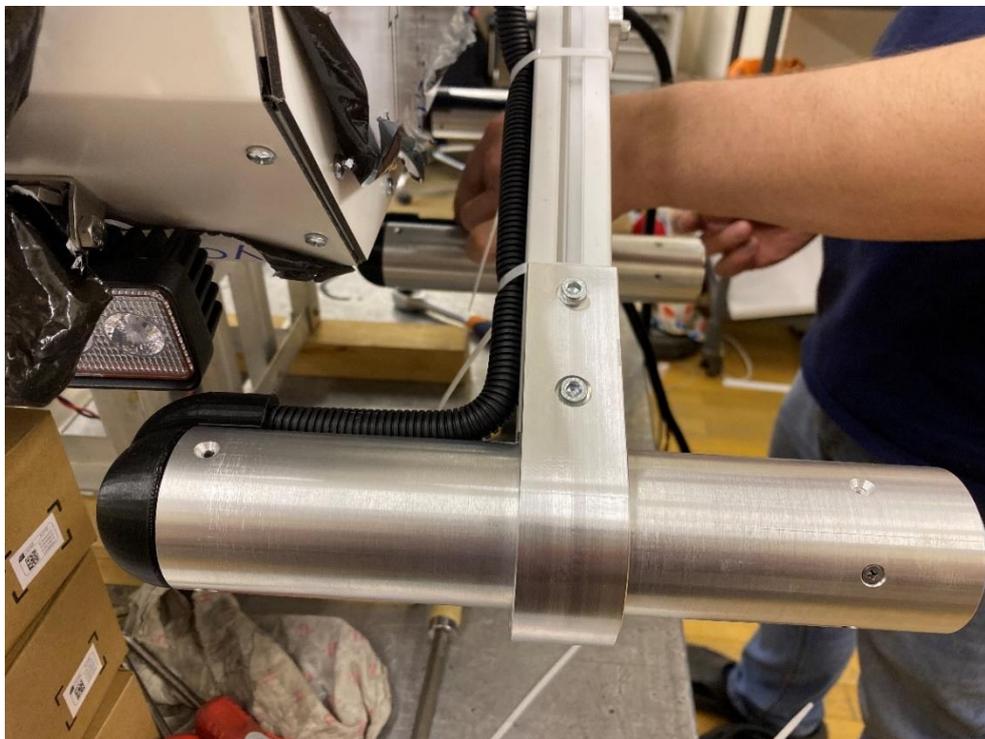
6. Прикрутить крепления с трубками к подвеске. Установить внутрь мотор. Мотор прикрепить к трубке только 3-мя винтами (через одно отверстие):



7. Вставить втулку для проводов (для того, чтобы втулка хорошо входила, рекомендуется напильником сточить ребра у втулки):



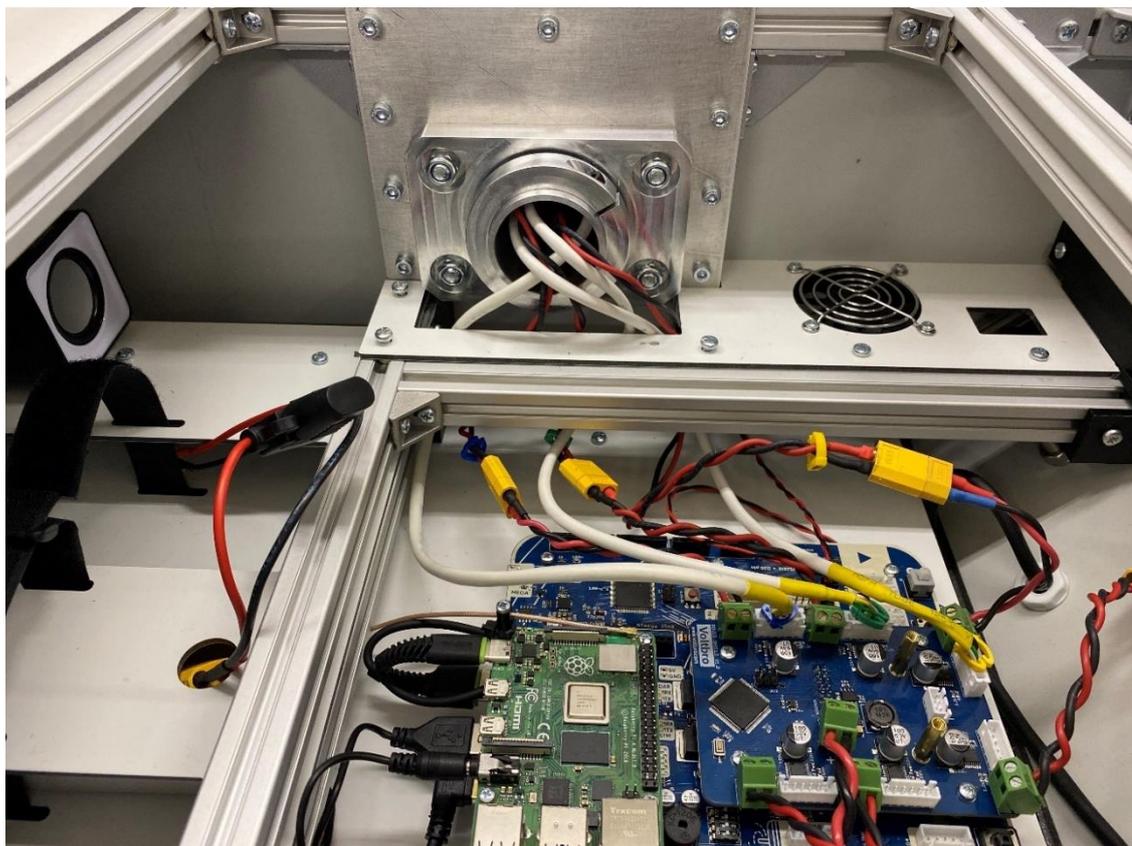
8. Перед укладкой проводов рекомендуется всё подключить и проверить корректную работоспособность! Лучше потратить 10-15 минут сейчас, чем потом разбирать всё из гофры в поисках неисправности!!!
9. Провода от моторов уложить в гофрированную трубку (длина трубки – от внутренней части задней крышки до выхода из втулки (уже внутри робота)). Надеть заднюю крышку и прикрутить её с помощью 3-х саморезов 2.9x6.5



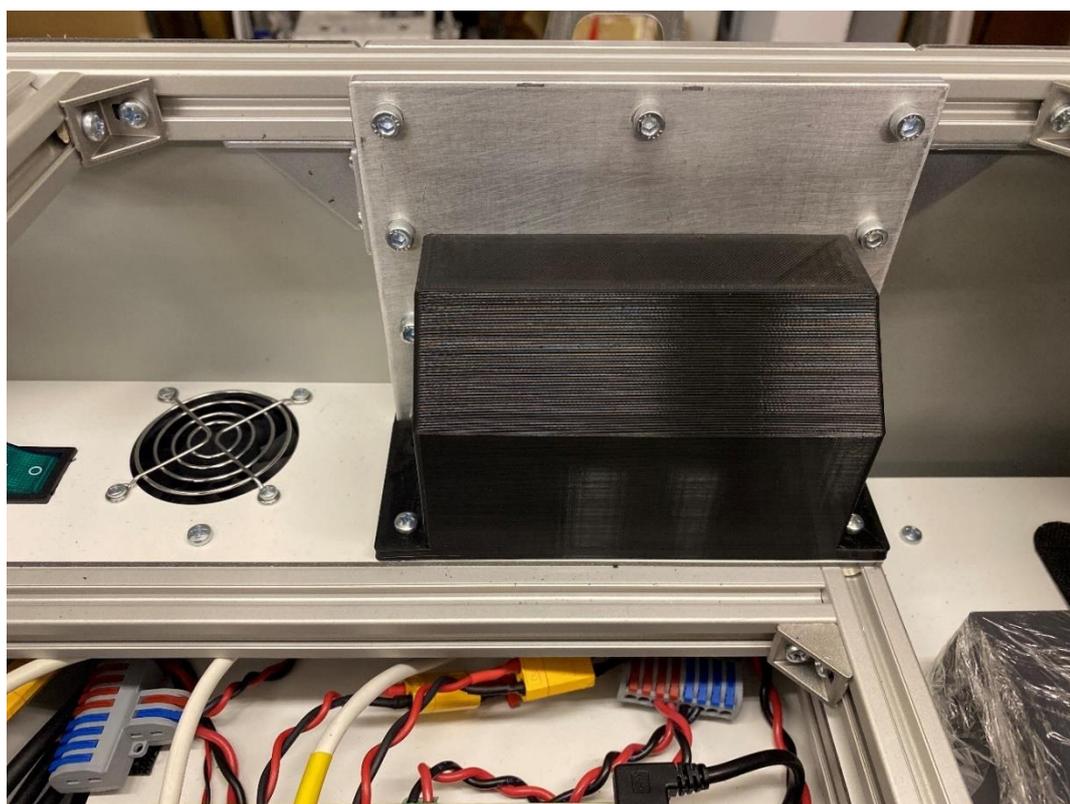
10. Аккуратно притянуть гофру с помощью стяжек к подвеске:



11. Протянуть провода от моторов в специальное отверстие и подключить к роботу. Не забудьте надеть на провода маркеры с цифрами:



12. После подключения включить робота и протестировать корректную работоспособность еще раз!
13. Надеть защитный кожух на отверстия с проводами:



Глава 8. Сборка колеса

1. Сдуть колесо максимально возможно:



2. Вдавить нипель внутрь покрышки:



3. С помощью двух отверток и силы Халка вдавить диск внутрь покрышки (только с одной стороны):



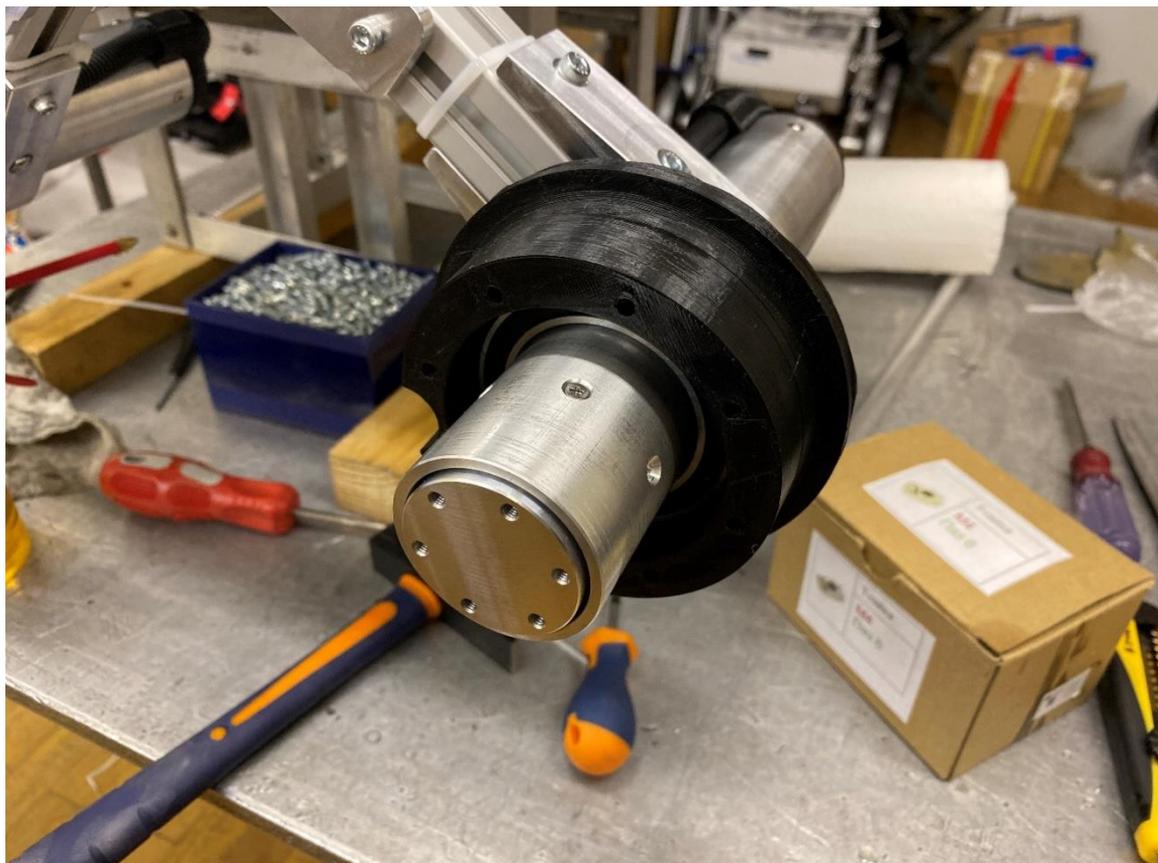
4. Вытащить диск:



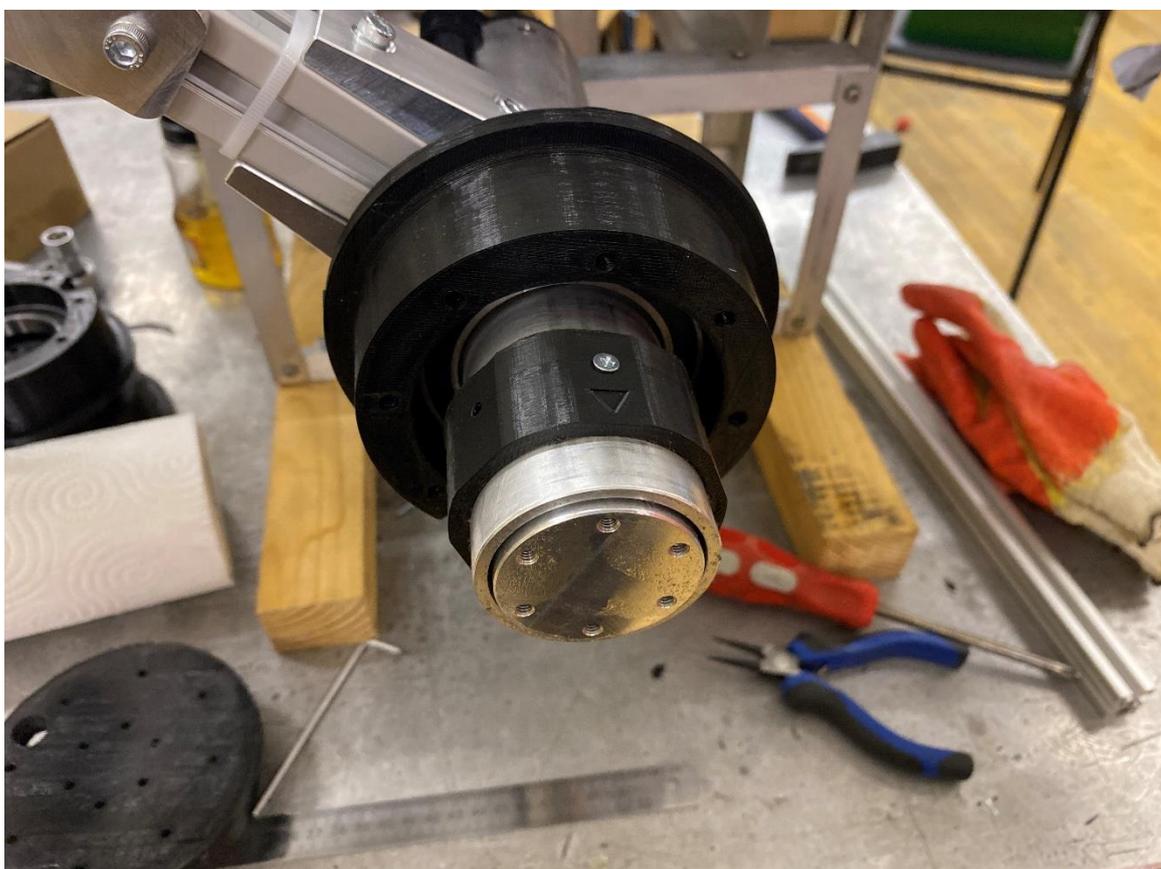
5. Впрессовать в крепежные диски подшипники. Использовать специальную шайбу!



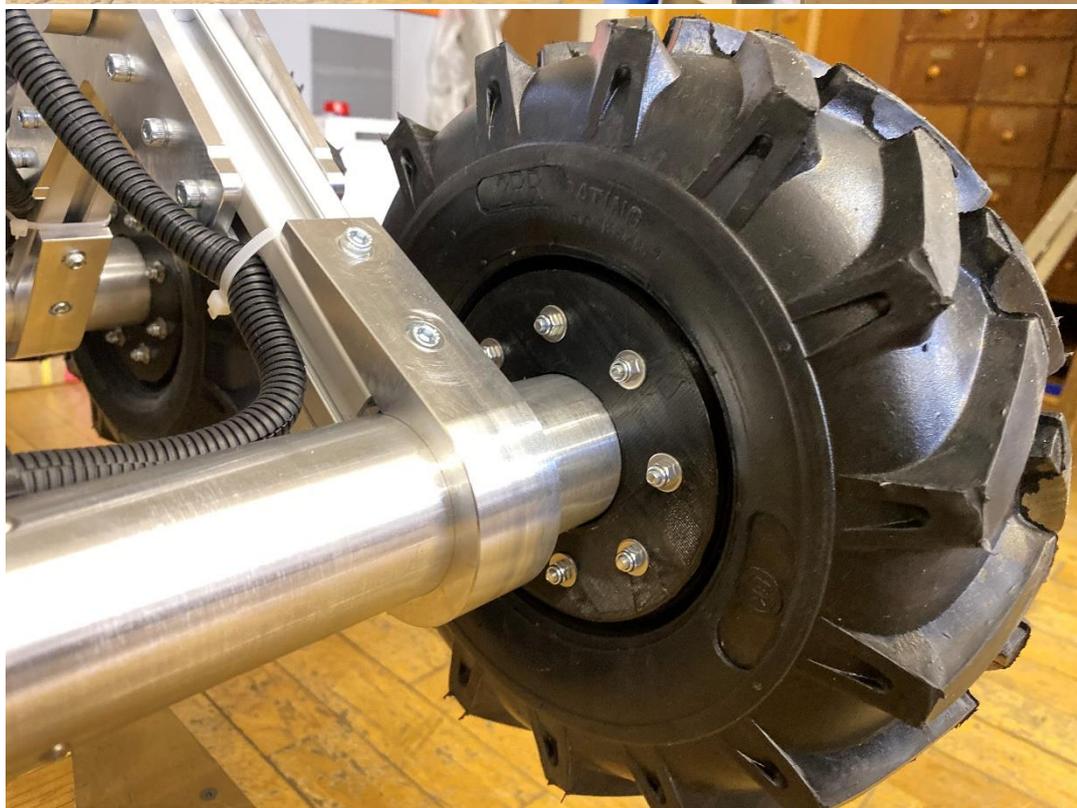
6. Используя масло сначала вставить внутренний крепежный диск:



7. Вставить междисковую муфту стрелкой наружу и прикрепить её 3-мя винтам М3х10:



8. Вставьте шину с внешним крепежным диском и используя 8 винтов М4х80, 8 контрящих гаек М4 и 16 шайб скрепить между собой два крепежных диска. Затем используя 6 винтов М4х12 и 6 шайб прикрепить колесо к мотору:



9. После установки всех колес, необходимо включить и протестировать работоспособность!

Глава 9. Завершение

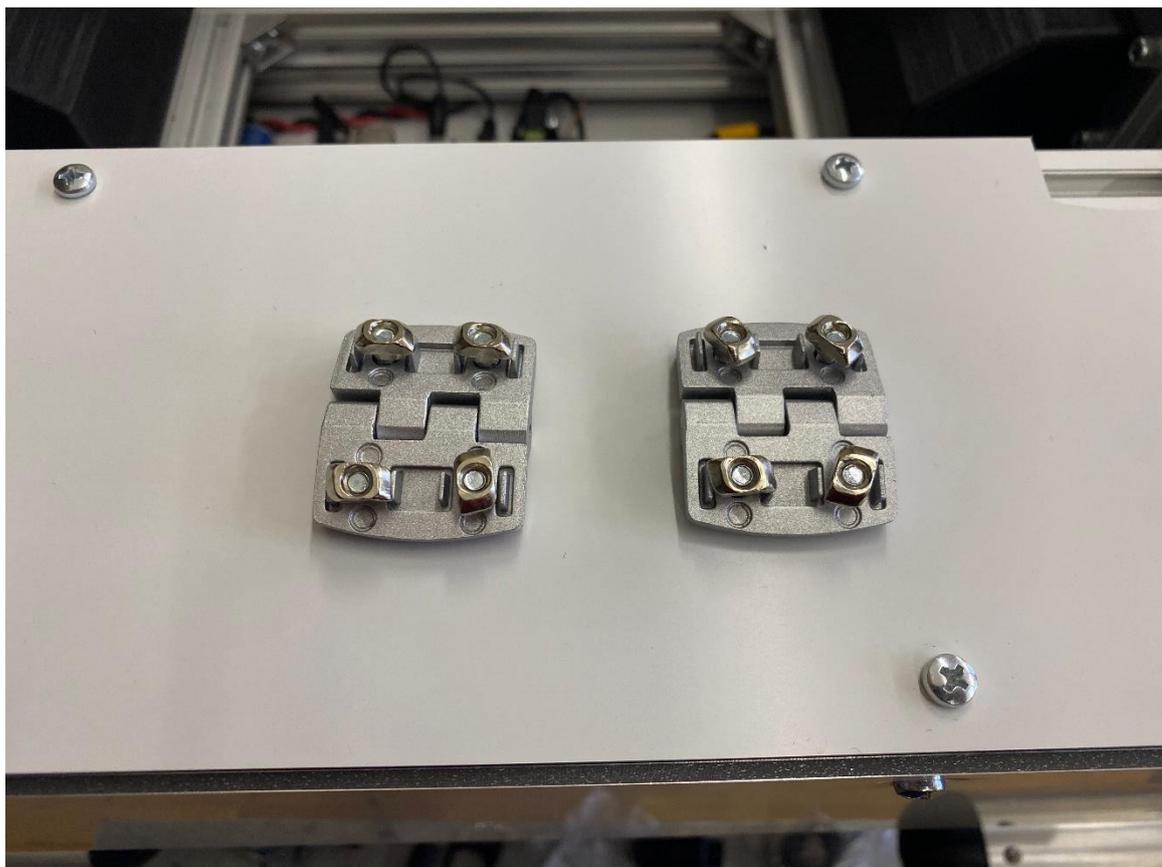
1. Используя 8 винтов М4х8 и 8 М4 Т-гаек подготовить деталь к установке сверху ровера



2. Установить деталь на ровера с закрепить:



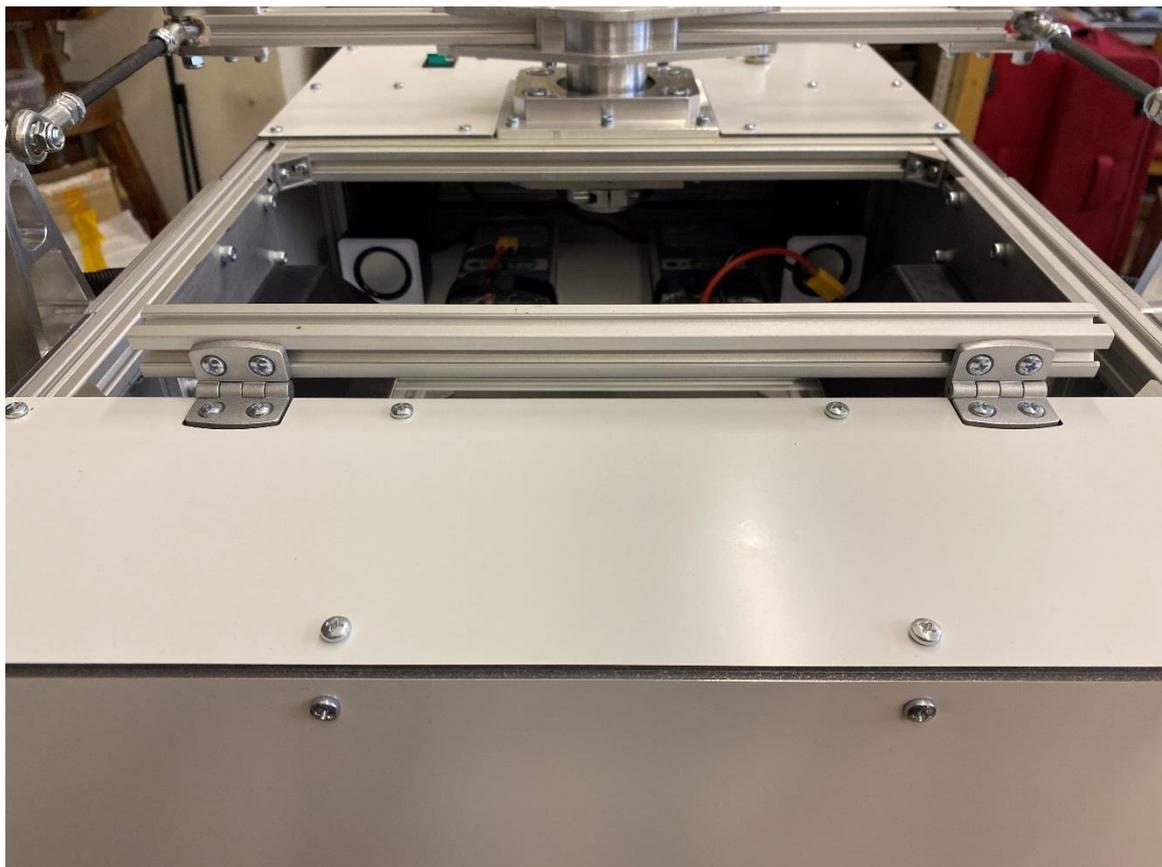
3. На уголки накрутить 4 винта М4х8 и 4 Т-гайки М4



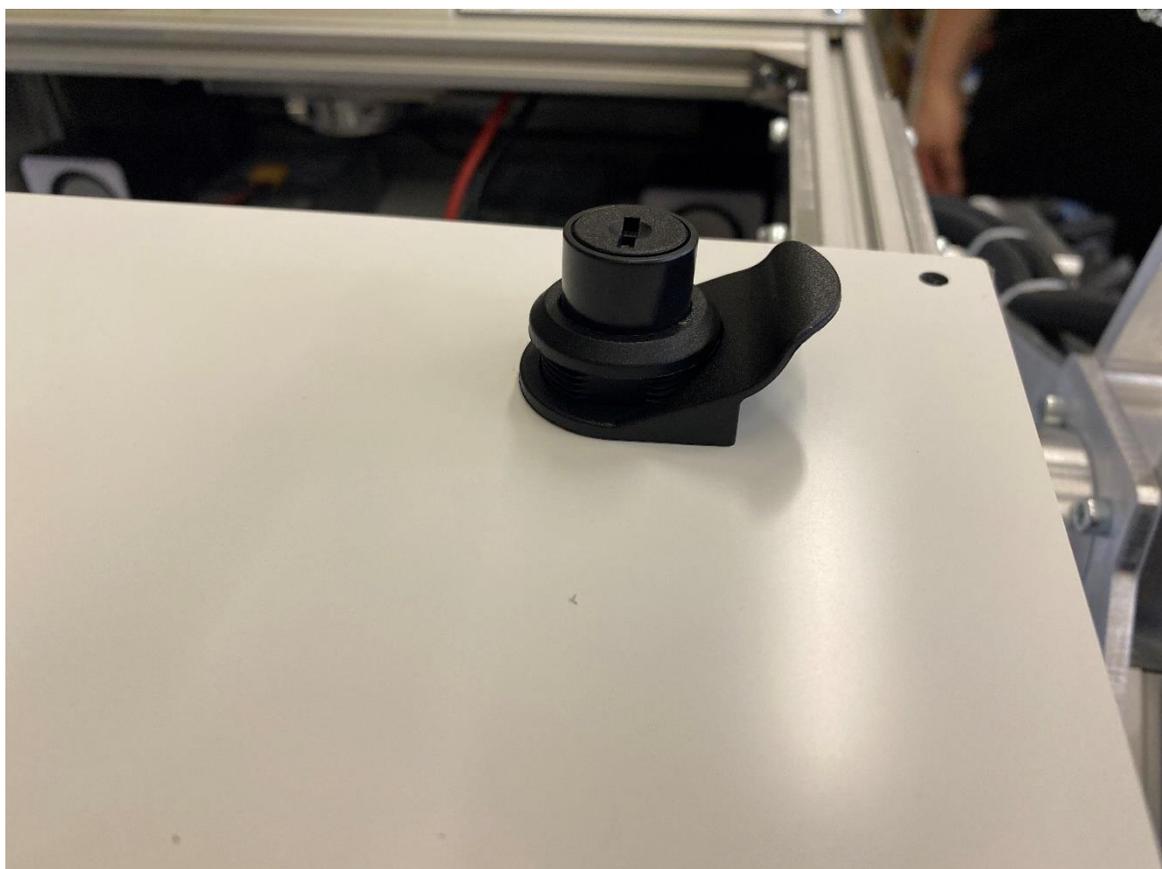
4. Прикрутить уголки к роверу



5. Прикрутить к уголку профиль 34 см

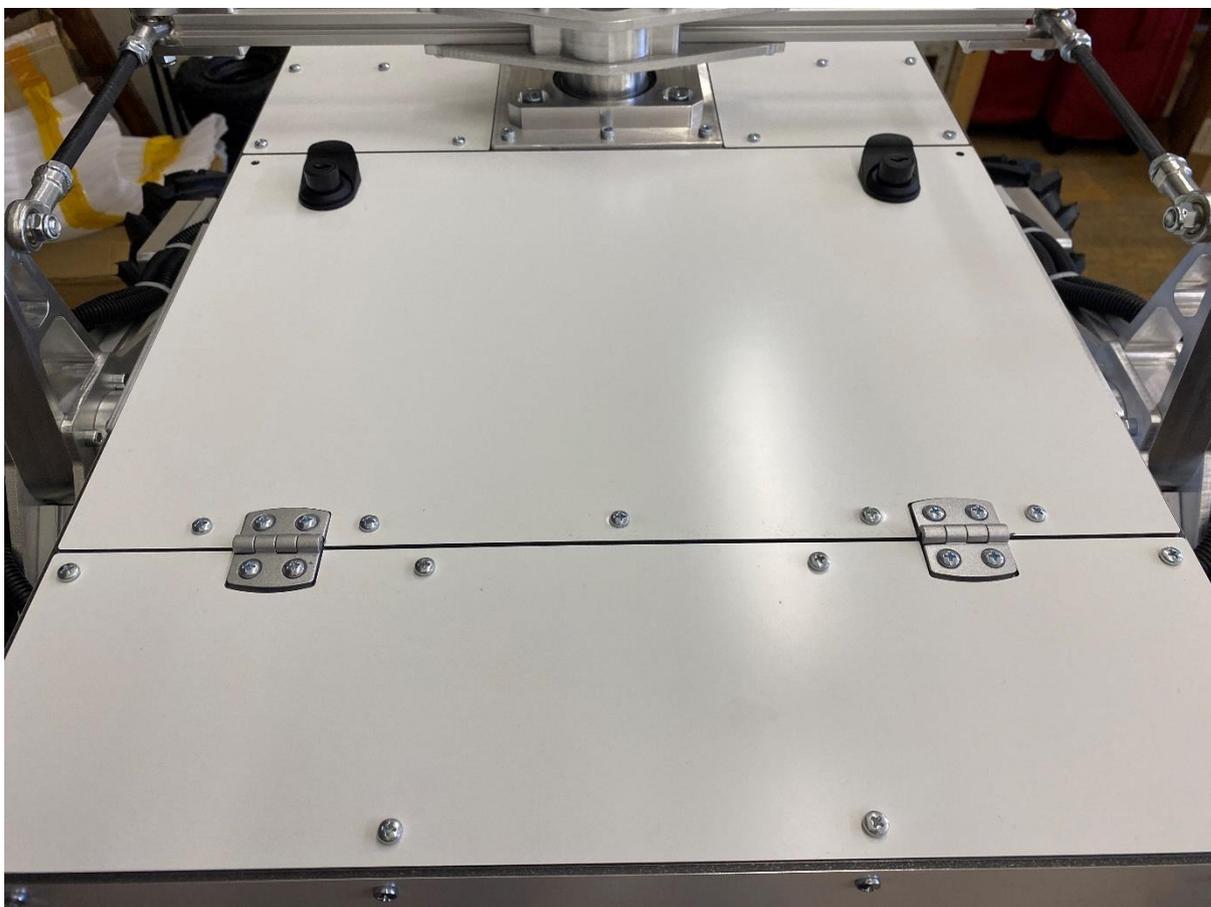


6. На закрывающуюся панель вставить две кнопки открытия/закрытия





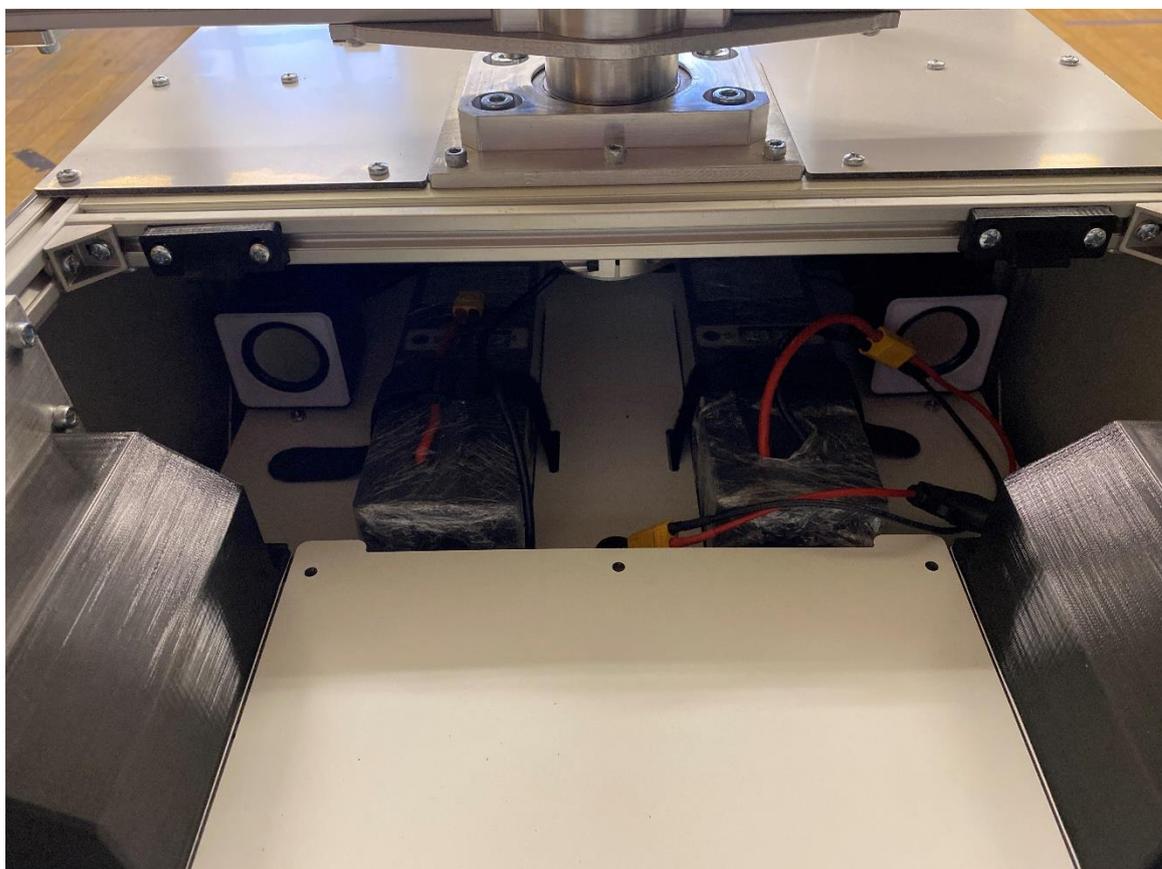
7. Прикрутить закрывающуюся панель к профилю



8. Подготовить 2 защелки с помощью 4-х винтов M4x12 и 4-х T-гаек M4



9. Прикрутить защелки к роверу, таким образом, чтобы крышка закрывалась и не «ходила» закрытая и не застревала при открывании



10. Подготовка башни с камерой

10.1. От трубки диаметром 22 см отпилить кусок в 22 см. Сделать сверху вырез для провода камеры. Вставить кусок трубки в крепление



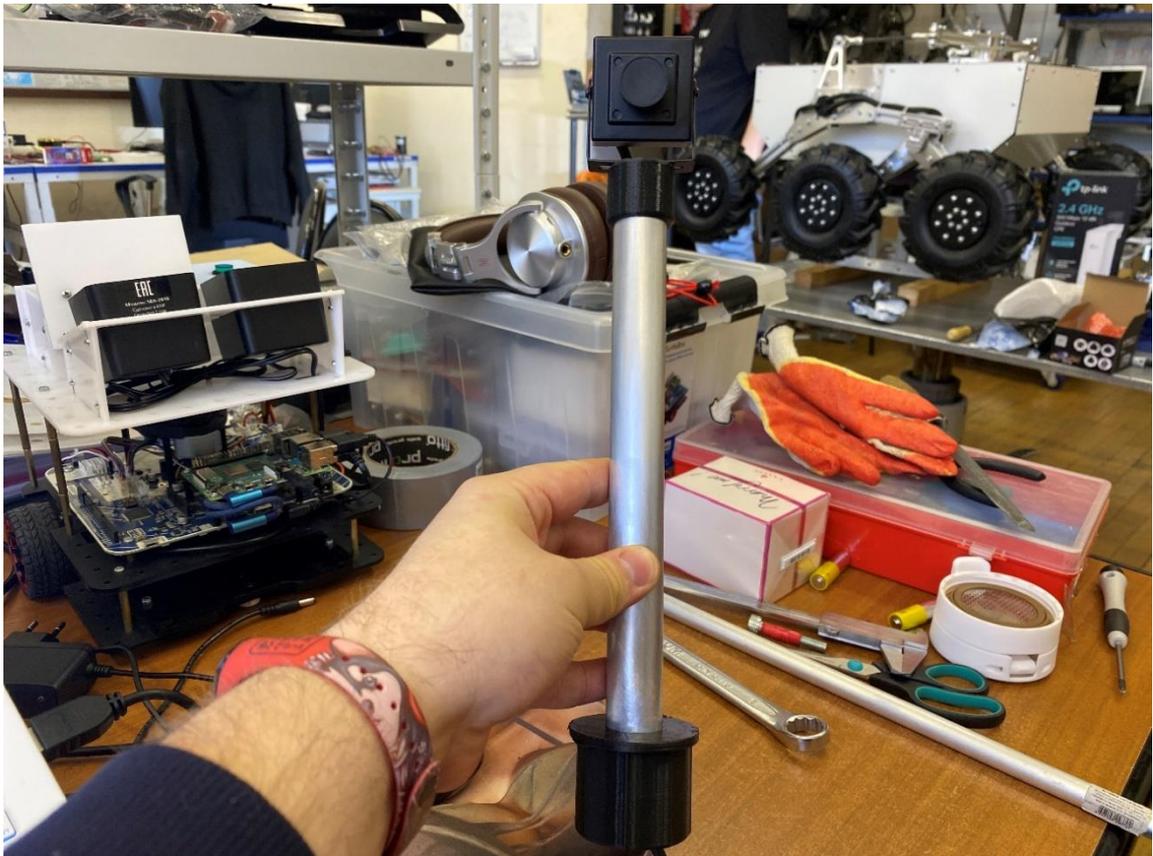
10.2. Подготовить крепление для камеры. Скрутить детали с помощью винта М4х8 и контрящей гайки





10.3. Вставить кабель от камеры в трубку, сверху надеть крепление для камеры и прикрутить к ней камеру





10.4. Подключить камеру к роботу и проверить работоспособность