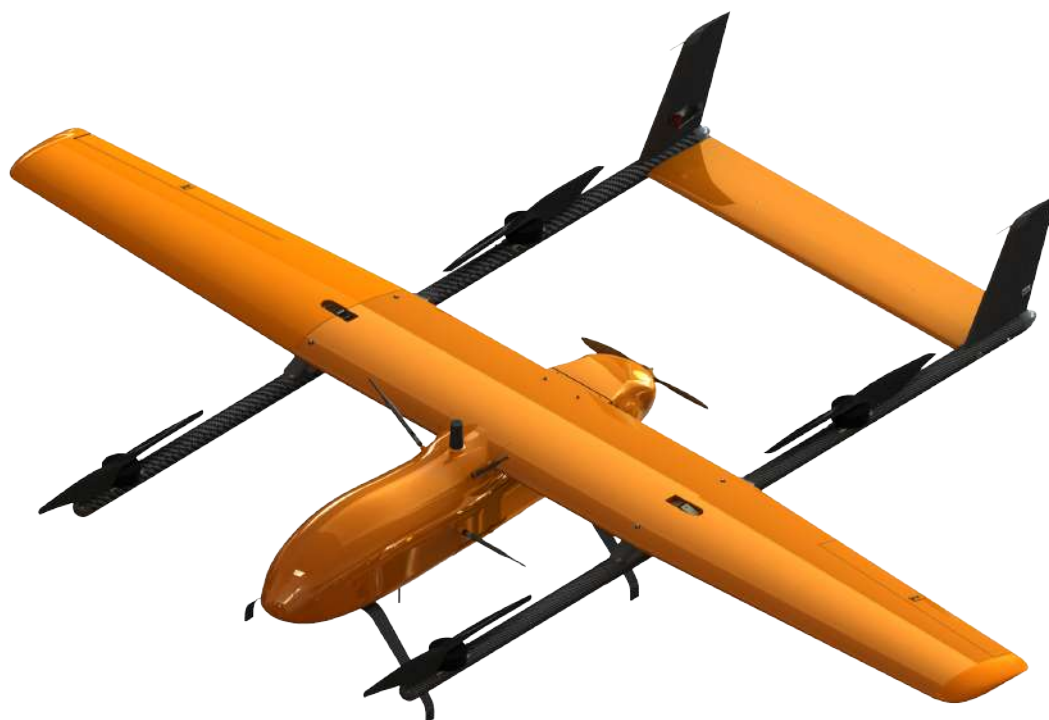


---

# Руководство по летной и технической эксплуатации Беспилотной Авиационной Системы InnoVTOL-3 (3s)



---

Кем разработано: \_\_\_\_\_  
Дата: 2024-11-19  
Версия: 1.1 (\_\_\_\_\_)  
Подпись: \_\_\_\_\_

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Общие сведения о БАС
- 2. Общие эксплуатационные ограничения (и правила безопасности)
- 3. Подготовка к полету
- 4. Выполнение полета
- 5. Действия в сложных и аварийных ситуациях
- 6. Послеполетная подготовка
- 7. Эксплуатация систем и оборудования
- 8. Гарантийные обязательства
- 9. Правила внесения изменений
- 10. Приложения

## Введение

**Назначение:** В настоящем документе изложены основные данные беспилотной авиационной системы, ограничения и инструкции по подготовке и выполнению полета, а также сведения, необходимые для эксплуатации бортовых систем.

**Порядок внесения изменений:** При внесении изменений документ переиздается в полном объеме, процедура описана в разделе 'Правила внесения изменений'. Запрещается вносить какие-либо изменения в конструкцию БАС.

Это может привести к ухудшению его эксплуатационных свойств, снижению безопасности или срока службы. Любые повреждения или ухудшение эксплуатационных качеств БАС вызванные внесением изменений, не покрываются действующей гарантией.

## Принятые символы и сокращения

- EKF - электронный фильтр Калмана
- FW - режим самолета (Fixed Wing)
- GPS - система глобального позиционирования
- IMU - инерциальный измерительный модуль
- MC - режим вертикального полета или мультикоптера (MultiCopter)
- QGC - QGroundControl, ПО НПУ
- АКБ - аккумуляторная батарея
- БВС - беспилотное воздушное судно
- БАС - беспилотный авиационная система
- БПЛА - беспилотный летательный аппарат
- ДВС - Двигатель внутреннего сгорания
- ЗУ - зарядное устройство
- ЛА - летательный аппарат
- НПУ - наземный пункт управления
- НСУ - наземная станция управления

- 
- ПВД - приемник воздушного давления
  - ПО - программное обеспечение
  - ФАП - федеральные авиационные правила
  - БАНО - бортовые аэронавигационные огни
  - ЗИП - запасные части инструментов и принадлежностей

---

## 1. Общие сведения о БАС

ИппоVTOL-3s это БАС с возможностью вертикального взлета и посадки а так же зависания над выбранной точкой. БАС управляется как в ручном режиме, так и в автономном, который позволяет автоматически взлетать, двигаться по настроенной траектории и приземляться.

Особенности:

- автоматический полёт по заданной миссии (без оператора);
- автоматический взлёт и посадка в заданной зоне;
- помехозащищенная электроника на базе UAVCAN;
- интеллектуальные алгоритмы планирования и посадки (опционально);
- интеллектуальные режимы безопасности.

### 1.1 Общий вид БВС

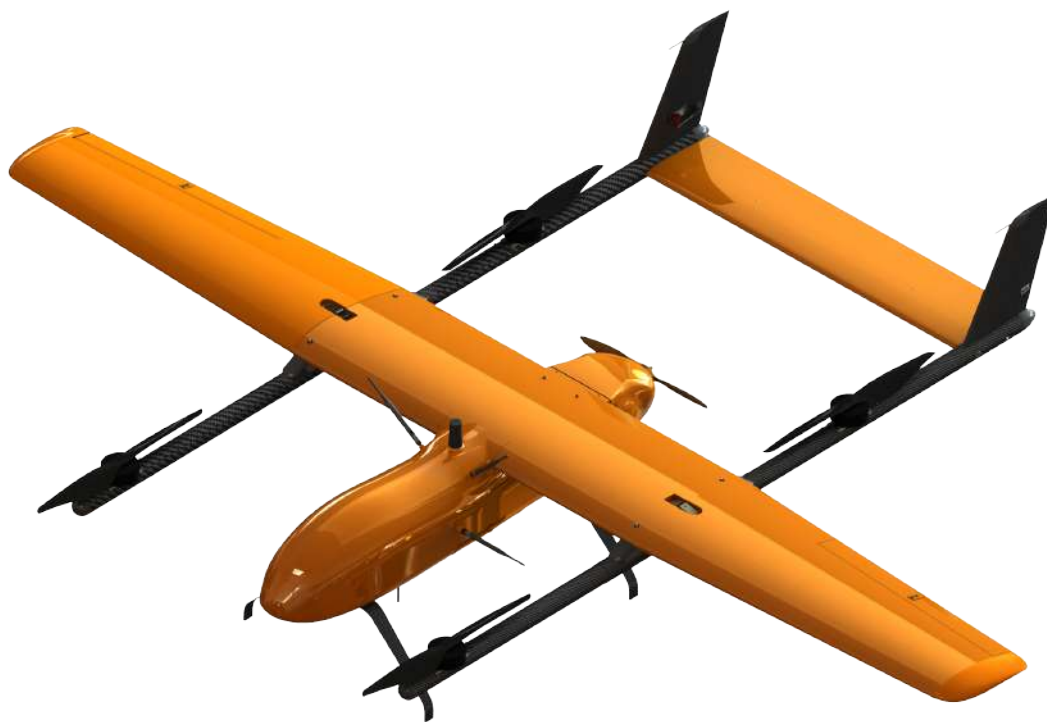


Figure 1: Общий вид БВС

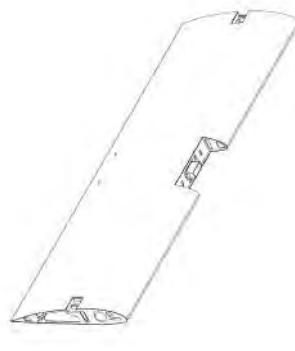
### 1.2 Технические характеристики БАС и основные геометрические данные

№	Характеристика	Значение	Единица измерения
1	Размах крыла	3050	мм
2	Длина	2290	мм
3	Высота	690	мм
4	Площадь крыла	101	$\text{м}^2$
5	Максимальный взлётный масса	28	кг
6	Максимальный вес полезной нагрузки	5	кг
7	Масса без полезной нагрузки	22.3	кг
8	Крейсерская скорость полета	23 (83)	м/с (км/ч)
9	Максимальная скорость полета	35 (126)	м/с (км/ч)
10	Скорость сваливания	15 (54)	м/с (км/ч)
11	Предельное время полета (в горизонтальном полете)	5	час
12	Предельное время полета (в мультироторе)	10	мин
13	Максимальная дальность полета	300	км
14	Объем топливного бака	5	л
15	Макс. допустимая скорость ветра при взлёте	8	м/с
16	Макс. допустимая скорость ветра при гор. полёте	18	м/с
17	Высота полета над уровнем моря, не более	2500	м
18	Температура воздуха для эксплуатации	-20...+40	С
19	Время подготовки к первому запуску	25	мин
20	Дальность канала связи	40	км
21	Скорость подъема (в мультироторе)	1	м/с
22	Максимальная скорость спуска (в мультироторе)	2.4	м/с
23	Максимальное значение крена	45	градусов
24	Максимальное значение тангажа	20	градусов
25	Мин. и макс. время переходного процесса	15 / 30	секунд

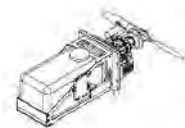
### 1.3 Основные конструктивные особенности, узлы и детали БВС



А) Консоль



В) Центроплан



С) ДВС

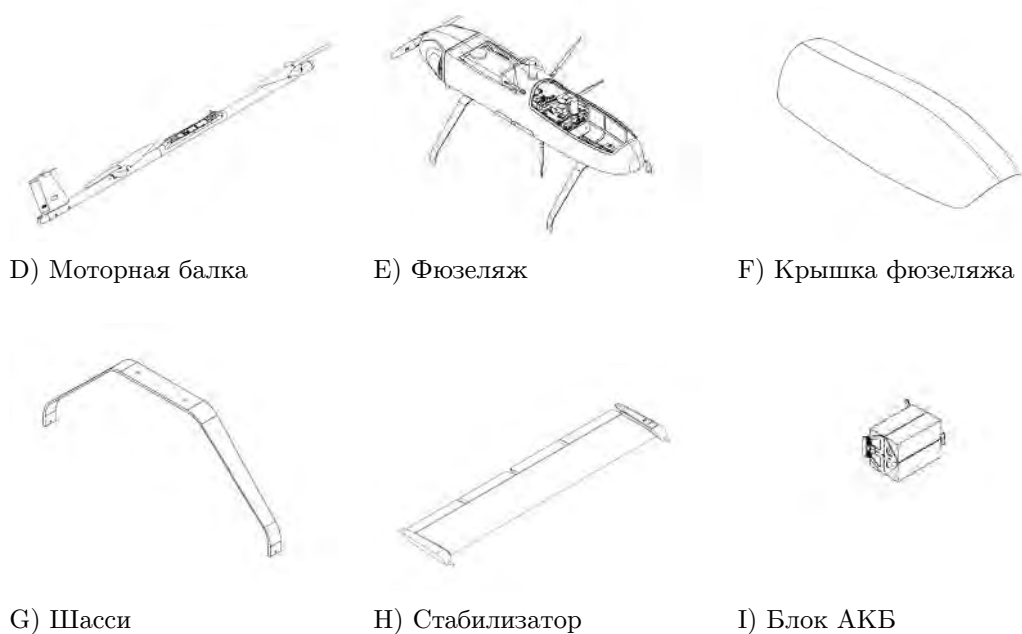


Рисунок 2 - Узлы БВС

#### 1.4 Базовый комплект поставки

В базовый комплект поставки входят:

Наименование	Количество
1 VTOL.900.01.001 - Наземная станция управления SIYI МК32 (НСУ)	1
2 VTOL.900.00.002 - Зарядное устройство для аккумуляторов	1
3 VTOL.900.00.003 - Насос топливный	1
4 VTOL.900.00.005 - Кейс для полезной нагрузки	1
5 VTOL.00.002.00.000 - БВС InnoVTOL-3S	1
6 VTOL.00.000.01.000 - ЗИП	1
7 VTOL.900.00.104 - Кофра	1
7 VTOL.001.43.000 СБ - Блок АКБ	1
7 Транспортировочный контейнер для АКБ	1
7 VTOL.030.01.000 - Транспортировочный контейнер	1
2 VTOL.030.16.000 - Блок камеры Sony A6000	1

Комплект ЗИП (Запасных частей инструментов и принадлежностей):

Название	Количество
1 VTOL.900.00.101 - Отвертка квадрат 1-4	1
2 VTOL.900.00.102 - Отвертка HEX 4	1
3 Винт DIN 912 - M 5 X 20 - 12.9	8
4 Шайба плоская увелич. DIN 9021 M6	8

	Название	Количество
5	Винт DIN 912 - М 5 X 35 - 12.9	4
6	Гайка 5-Кд-ОСТ 1 33055-80	16
7	VTOL.900.50.038 - Propeller 2472 CW	4
8	VTOL.900.50.012 - Пропеллер 18x10	1
9	VTOL.002.00.003 - Шайба прижимная	4
10	VTOL.002.00.004 - Шайба конусная	4
11	VTOL.900.00.103 - Органайзер	1
12	Головка 8 квадрат 1-4	1

Перечень съемных модулей:

N	Название	Описание	Ссылка на документацию
1	VTOL.030.15.000 - Блок камеры Sony A7RIV	Модуль аэрофотосъемки, Для выполнения аэрофотосъемочных работ	п.7.4
2	VTOL.030.16.000 - Блок камеры Sony A6000	Модуль аэрофотосъемки, Для выполнения аэрофотосъемочных работ	п.7.5
3	VTOL.030.09.000 - Блок тепловизора SIYI ZT30	Тепловизионная камера дальнего ИК спектра, Для выполнения мониторинга, аэрофотосъемочных работ в видимом и ИК спектральных диапазонах, авиационная охрана лесов	п.7.6
4	VTOL.030.13.000 - Блок камеры AA40TR PRO	Тепловизионная камера дальнего ИК спектра, Для выполнения мониторинга, аэрофотосъемочных работ в видимом и ИК спектральных диапазонах, авиационная охрана лесов	п.7.7
5	VTOL.030.12.000 - Блок лидара AlphaAir 450	Модуль лидарного сканирования, Для выполнения лидарной съемки, аграрных работ, обследования и учета лесов, лидар Avia LiDAR Sensor-LIVOX	п.7.8
6	VTOL.030.01.000 - Транспортировочный контейнер	Для выполнения транспортно-связных работ, перевозки грузов до 5 кг	п.7.9
7	VTOL.030.14.000 - Блок мультиспектральной камеры	Для мультиспектральной съемки в ИК и УФ спектральном диапазоне, камера MicaSense RedEdge-P на виброразвязке	п.7.10

## 1.5 Хранение и транспортировка

- Требуется хранить в транспортировочном кейсе в сухих помещениях при температуре от +5 до 25 °С и относительной влажности не более 80%.
- Срок хранения не более 2 лет. По истечении указанного срока при расконсервации требуется проведение регламентных работ в (или при участии) аккредитованном сервисном центре.

- 
- Аккумуляторные батареи хранить в сухом прохладном месте, исключая воздействие прямых солнечных лучей при температуре от +5 до 25 °С и относительной влажности не более 80%. Уровень напряжения АКБ при помещении батареи на хранение 3.8 вольта на банку, то есть 22.8 вольта на батарею и 45.6 вольт на аккумуляторной сборке.
  - Не допускается хранение БАС в условиях ниже температуры образования конденсата (ниже точки росы).
  - Перед транспортировкой необходимо слить топливо из топливной системы ДВС и отключить АКБ.
  - Перед транспортировкой требуется разобрать БАС и сложить в транспортировочный кейс.



---

## 2. Общие эксплуатационные ограничения (и правила безопасности)

### 2.1 Классификация БАС

InnoVTOL-3s это БАС с возможностью вертикального взлета и посадки а так же зависания над выбранной точкой. БАС управляется как в ручном режиме, так и в автономном, который позволяет автоматически взлетать, двигаться по настроенной траектории и приземляться. Силовая установка представлена электрическими подъемными моторами и бензиновым маршевым двигателем. InnoVTOL-3s имеет функцию захвата и сброса груза. ПО БАС поддерживает мониторинг данных телеметрии и логирование полета.

### 2.2 Общие ограничения условий эксплуатации

- диапазон температур эксплуатации: от -20 до +40°C;
- максимальная скорость ветра при взлете: 8 м/с.;
- допускаются порывы ветра в горизонтальном полете: до 18 м/с.

**БАС является источником повышенной опасности. При проведении полетов необходимо соблюдать следующие правила:**

- исполняйте письменные рекомендации и указания поставщика и (или) производителя по использованию оборудования, отраженные в настоящем руководстве и получаемые непосредственно в период эксплуатации;
- запрещается эксплуатация БВС без оформленного договора страхования гражданской ответственности владельцев и эксплуатантов воздушных судов. Ответственность за оформление данного договора несет на себе Эксплуатант воздушного судна;
- при планировании маршрута необходимо изучить район полета и убедиться, что планируемая траектория полета проходит не менее чем на 100 м выше элементов рельефа и высотных объектов (вышек, труб, опор ЛЭП и т.п.);
- при выборе направления запуска необходимо убедиться, что в секторе  $\pm 30^\circ$  относительно направления взлета отсутствуют деревья, здания или любые другие физические объекты;
- не производите запуск БАС при обнаружении какой-либо неисправности;
- не производите запуск БАС в зонах с большими электромагнитными помехами либо при действии РЭБ;
- после подключения батареи питания БАС запрещается находиться в плоскости вращения подъемных и маршевого воздушного винта;
- не превышайте эксплуатационные ограничения массы БАС, центровки, высоты и длительности полета;
- не осуществляйте запуск и полет БАС вблизи радиопередающих устройств высокой мощности;
- не допускайте посторонних лиц в зону запуска БАС, особенно в направлении взлета;
- при построении маршрута полета избегайте автомобильных дорог, опор линий электропередач, деревьев, водоемов, населенных пунктов и скоплений людей в местах взлета и посадки;
- запрещается полёт БВС над населенными пунктами и в местах скопления людей;
- избегайте полетов над густонаселенными районами;
- для заправки используйте только смесь высококачественного бензина АИ-92/95 и синтетического масла в пропорции 40:1, допускается применение масла MANNOL Agro Formula S 7858 или его

аналогов по допускам;

- топливо является легко воспламеняемым и взрывоопасным веществом. Не курите, не допускайте наличия искр и пламени в зоне хранения топлива и при заправке двигателя. Перед заправкой заглушите двигатель и убедитесь в том, что он остыл. Не используйте ДВС, если топливо было пролито во время заправки. Перед запуском тщательно протрите поверхности от пролитого топлива;
- избегайте контакта с топливом. Возможно раздражение кожных покровов, слизистой оболочки глаз, верхних дыхательных путей, или аллергические реакции при индивидуальной непереносимости. Частый контакт с топливом может привести к острым воспалениям и хроническим экземам;
- не прикасайтесь к деталям ДВС во время работы (особенно к глушителю!) и непосредственно после его остановки. Касание может привести к термическим ожогам;
- не запускайте двигатель внутри помещения или в не проветриваемых местах. Выхлопные газы содержат угарный газ, который не имеет цвета и запаха, но при этом ядовит. Попадание угарного газа в органы дыхания может привести к потере сознания или смерти.

**При работе с БАС необходимо также соблюдать следующие меры предосторожности:**

- не допускается взлет с разряженным комплектом аккумулятора;
- запрещается сборка, разборка и транспортировка БВС с включенным питанием;
- запрещается находиться в плоскости вращения воздушного винта при включенном питании БАС;
- установка и снятие воздушного винта допускаются только при выключенном питании и заглушенном ДВС БАС;
- не допускайте короткого замыкания контактов аккумуляторной батареи.

**Во избежание повреждения БАС:**

#### **WARNING**

Несоблюдение данных требований может привести к отказу от гарантийных обязательств !!!

- транспортируйте БАС только в заводских кейсах;
- запрещается поднимать и переносить аппарат держась за консоли крыла;
- при переносе БАС в районе старта/посадки следует держать его за фюзеляж или моторные балки;
- при попадании БАС в воду необходимо немедленно отключить АКБ и просушить все элементы конструкции, провода, разъемы, электронное оборудование. После чего обратиться к производителю для оценки рисков повторного запуска;
- БАС способен выполнять полёты ниже высоты точки старта, однако стоит внимательно подходить в выбору рельефа и проверять высоту по картам AMSL. В горной местности старт необходимо выполнять в точке с наивысшей зоной радио охвата, чтобы весь маршрут лежал в зоне прямой радиовидимости;
- БАС не предназначен для полетов во время дождя, снега и прочих атмосферных осадков. Также не допускается полет при штормовом предупреждении или риске обледенения по маршруту;
- запрещается полеты в режиме вертикального полета дольше 10 минут;
- запрещается вносить изменения в конструкцию БАС без согласования с производителем.

## **2.3 Безопасность при работе с комплексом**

Для безопасной эксплуатации комплекса настоятельно рекомендуется придерживаться следующих правил: 1. Не использовать комплекс в местах, где его эксплуатация запрещена.

2. Для выполнения полетов использовать воздушное пространство согласно Федеральным

---

авиационным правилам.

3. Допускать к работе с комплексом только тех лиц, которые прошли специальную программу подготовки и имеют необходимые сертификаты.
4. Не допускать разведение огня или курения в зоне запуска БАС.
5. Контролировать наличие средств пожаротушения при эксплуатации.
6. Не использовать комплекс при невыполненной предполетной проверки.
7. Не допускать к эксплуатации комплекса лиц, находящихся в состоянии наркотического и алкогольного опьянения.
8. Строго выполнять порядок использования БАС.
9. Не использовать комплекс в условиях, не предусмотренными настоящим руководством.
10. Не находиться ближе 50м к БАС при выполнении взлета и посадки.
11. Обслуживающий персонал должен следить за техническим состоянием комплекса и БАС, своевременно производить его техническое обслуживание согласно Инструкции по технической эксплуатации, знать и соблюдать правила безопасности согласно требованиям нормативных документов по эксплуатации.
12. Опасными и вредными производственными факторами при эксплуатации комплексов на базе БАС являются: вращающиеся части конструкции БАС; электрический ток; опасность химического ожога при нарушении правил эксплуатации литиевых аккумуляторов; посадка БАС в труднодоступных местах.
13. Специалисты, участвующие в работах обеспечиваются спецодеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты согласно утвержденным нормам.
14. При работе в горной, лесной, пересеченной, болотистой местности, в условиях крайнего севера, над водной поверхностью, работник должен быть обеспечен необходимым оборудованием и приспособлениями для безопасной работы и обеспечения сохранности комплекса при его эксплуатации.
15. Работник обязан уведомлять непосредственного руководителя: о несчастном случае - немедленно; о неисправности оборудования и приспособлений - до начала или во время работы после обнаружения неисправности.
16. Сотрудник обязан уметь пользоваться защитными средствами и оказывать первую помощь при поражении электрическим током, химических ожогах, механических травмах.
17. Каждый работник должен знать и строго выполнять все требования, изложенные в этой инструкции. За нарушение требований данной инструкции, работник несет ответственность в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка. Требования охраны труда перед началом работы.
18. Работа на стартовой площадке проводится расчетом в составе не менее двух человек.
19. При подготовке к работе необходимо проверить надежность креплений всех элементов конструкции комплекса и БАС.
20. При подключении аккумуляторной батареи соблюдать полярность. Не допускать закорачивания контактов аккумуляторной батареи.
21. Перед запуском БАС необходимо убедиться в отсутствии людей и препятствий в направлении старта, а также в радиусе не менее 50 м.

22. Строго запрещается изменение конфигураций полетного контроллера и наземной станции управления.

#### TIP

Организация – разработчик не несет ответственность при самостоятельном ремонте комплекса, внесении изменений и эксплуатации, не предусмотренной настоящим руководством.

#### WARNING

Нарушение техники безопасности при использовании БАС может привести к отказу аппарата, что не будет являться гарантийным случаем.

## 2.4 Общие летные ограничения

№	Характеристика	Значение	Единица измерения
5	Дистанция разгона, не более	500	метров
6	Размер площадки ВПП, не менее	10	метров
5	Максимальный взлётный масса	28	кг
6	Максимальный вес полезной нагрузки	5	кг
9	Максимальная скорость полета	35 (126)	м/с (км/ч)
10	Скорость сваливания	15 (54)	м/с (км/ч)
11	Предельное время полета (в горизонтальном полете)	5	час
12	Предельное время полета (в мультироторе)	10	мин
13	Максимальная дальность полета	300	км
14	Объем топливного бака	5	л
15	Макс. допустимая скорость ветра при взлёте	8	м/с
16	Макс. допустимая скорость ветра при гор. полёте	18	м/с
17	Высота полета над уровнем моря, не более	2500	м
18	Температура воздуха для эксплуатации	-20...+40	С
20	Дальность канала связи	25	км
21	Скорость подъема (в мультироторе)	1	м/с
22	Максимальная скорость спуска (в мультироторе)	2.4	м/с
23	Максимальное значение крена	45	градусов
24	Максимальное значение тангажа	20	градусов
25	Мин. и макс. время переходного процесса	15 / 30	секунд

### 3. Подготовка к полету

Данный раздел описывает процесс построения миссии для автоматического полета, предполетной подготовки и сборки БАС.

#### 3.1 Общие указания по расчету полета (Настройка миссии)

##### Меню «Вид сверху»

Меню «Вид сверху» используется для планирования и загрузки миссии в БАС. После того как пользователь сформирует миссию ПО переключится в режим полета.

В зависимости от версии прошивки, можно настраивать GeoFence и Rally Points.



##### Обзор пользовательского интерфейса

На приведенном выше снимке экрана показан простой план миссии, который начинается со взлета в запланированном исходном положении (L), пролетает через точки по маршруту и затем приземляется в последней путевой точке (т. е. в путевой точке 66).

Основные элементы пользовательского интерфейса:

- Карта: отображает пронумерованные путевые точки для текущей миссии, включая место посадки. Нажмите на индикаторы, чтобы выбрать их (для редактирования), или перетащите их, чтобы изменить их положение.
- Панель инструментов: информация о состоянии текущей выбранной путевой точки относительно предыдущей путевой точки, а также статистика всей миссии (например, горизонтальное расстояние

---

и время миссии).

- Max telem dist — это расстояние между точкой взлёта и самой дальней путевой точкой.
- При подключении к БАС также отображается кнопка «Загрузить», которую можно использовать для загрузки миссии в беспилотник.
- Инструменты планирования: используются для создания миссий и управления ими.
- Список команд миссии/наложение: отображает текущий список элементов миссии (выберите элементы для редактирования).
- Наложение высоты местности: показывает относительную высоту каждой команды миссии. Он показывает вам информацию, связанную с текущей выбранной путевой точкой, а также статистику для всей миссии.

## Планирование миссии

На очень высоком уровне шаги по созданию миссии следующие:

1. Перейдите в меню «Вид сверху».
2. Добавьте путевые точки или команды в миссию и редактируйте по мере необходимости.
3. Загрузите миссию в БАС.
4. Перейдите в режим полета и выполните миссию.

Детальное описание пунктов представлено в следующих разделах.

## Инструменты планирования

Инструменты планирования используются для добавления отдельных путевых точек, упрощения создания миссий со сложной геометрией, загрузки/выгрузки/сохранения/восстановления миссий и навигации по карте. Основные инструменты описаны ниже.

Инструменты «Центрировать карту», «Увеличить», «Уменьшить» помогают пользователю удобнее просматривать и перемещаться по карте (они не влияют на команды миссии, отправляемые на аппарат).

### Добавить путевые точки

Нажмите на инструмент «Добавить путевую точку», чтобы активировать его. Когда карта активна, щелчок по карте добавит новую путевую точку миссии в выбранном месте. Инструмент останется активным, пока вы не выберете его снова. После того, как вы добавили путевую точку, вы можете выбрать ее и перетащить, чтобы изменить ее положение.

### Файл (Синхронизация)

Инструменты Файл используются для перемещения миссий между НПУ и транспортным средством, а также для их сохранения/восстановления из файлов. Инструмент отображает знак «!» в случае, если есть изменения миссии, которые не были загружены в аппарат.

Данное меню предоставляет следующие функции:

- Загрузка в БАС
- Выгрузка из БАС
- Сохранить/Сохранить как файл, в том числе в виде файла KML.
- Загрузить из файла
- Удалить все (удаляет все путевые точки миссии из меню «Вид сверху» на БАС)

## Шаблон

Инструмент «Шаблон» упрощает создание миссий для полетов со сложной геометрией, таких как

съемка и сканирование. позволяют задавать сложные схемы полета с помощью простого графического пользовательского интерфейса.



Figure 2: Шаблон миссии

Предусмотрены следующие шаблоны:

- Съемка. Шаблон полета по сетке над полигональной областью. Пользователь указывает область, а также характеристики сетки и настройки камеры, которые подходят для создания изображений с геотегами.
- Сканирование структуры. Шаблон полета по сетке, который создает фотографии для сканирования заданной области. Обычно они используются для создания 3D-модели зданий со сложным фасадом.
- Сканирование коридора. Шаблон полета ломаной линии (например, для съемки дороги).

### Список команд миссии

Команды миссии для текущей миссии перечислены в правой части экрана. Вверху находится набор опций для переключения между редактированием миссии, GeoFence и точками сбора. Пользователь может выбрать отдельные элементы миссии, чтобы изменить их значения.

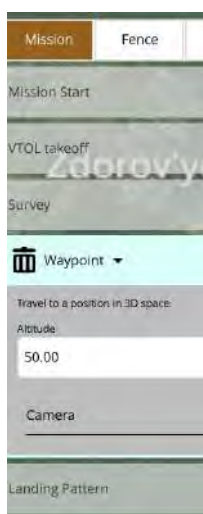
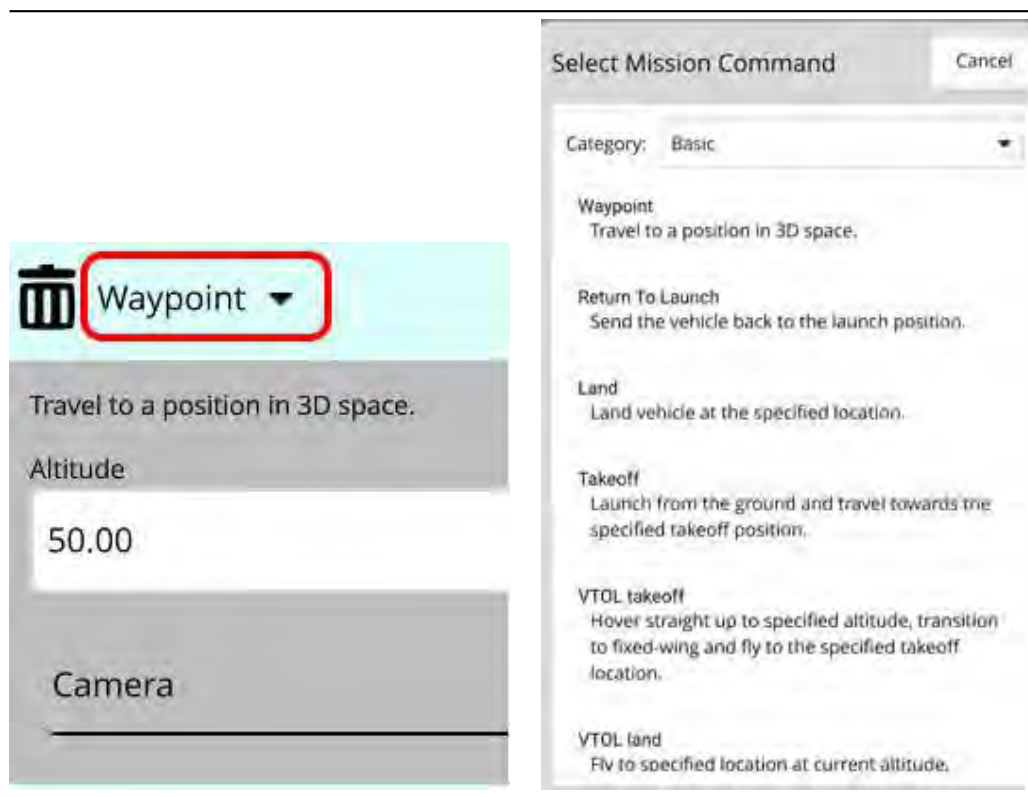


Figure 3: Список команд

### Редактор команд миссии

Нажмите на команду миссии в списке, чтобы отобразить ее редактор (в котором вы можете установить/изменить атрибуты команды).

Можно изменить тип команды, щелкнув имя команды (например, Waypoint). Отобразится диалоговое окно Select Mission Command, показанное ниже. По умолчанию отображаются только «Основные команды», но вы можете использовать раскрывающееся меню «Категория», чтобы отобразить больше (например, выберите «Все команды», чтобы просмотреть все параметры).



Справа от названия каждой команды находится меню, которое можно щелкнуть, чтобы получить доступ к дополнительным параметрам, таким как «Вставить» и «Удалить».

### Настройки миссии

Панель «Mission Start» («Начало миссии») — это первый элемент, который появляется в списке команд миссии. Он может использоваться для указания ряда настроек по умолчанию, которые могут повлиять на начало или конец миссии.



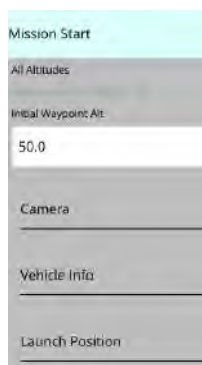


Figure 4: drawing

## Миссия по умолчанию

### Высота в путевой точке

Установив высоту по умолчанию для первого элемента миссии, она установится и в последующие путевые точки. Это также можно использовать для изменения высоты всех элементов миссии на одинаковое значение; пользователю будет предложено изменить значения, если в миссии есть другие путевые точки.

### Скорость полета

Изменяет скорость полета для миссии.

## Конец миссии

### Возвращение в точку старта после завершения миссии

Установив этот флажок, БАС вернется в точку старта после прохождения финальной путевой точки точки.

## Камера

Раздел «Камера» позволяет пользователю указывать действие камеры, управлять подвесом и устанавливать камеру в режим фото или видео.



Figure 5: drawing

Доступные действия камеры:

- Без изменений (продолжить текущее действие)
- Сделать фотографии (время)

- Сделать фотографии (расстояние)
- Остановить фотосъемку
- Начать запись видео
- Остановить запись видео

### 3.2 Техническая подготовка к полету (Сборка)

1. Шасси привинчиваются снизу (Рисунок 1 G)



#### WARNING

Рекомендуется не переворачивать фюзеляж. Остатки бензина или масла могут вылиться, если фюзеляж перевернуть для подсоединения шасси.

2. Открыть фиксаторы крышки фюзеляжа



Figure 6: drawing

3. Снять крышку фюзеляжа
4. Вставьте заряженный блок АКБ (Рисунок 1 I) в крепёжные элементы носовой части БАС проводами в сторону носа. Выступы на блоке должны совпасть с крепежными элементами на внутренней части корпуса БАС. Для корректировки центра масс аккумулятор может быть установлен в различные пазы на РЕЛЬС.

Разрез фюзеляжа:

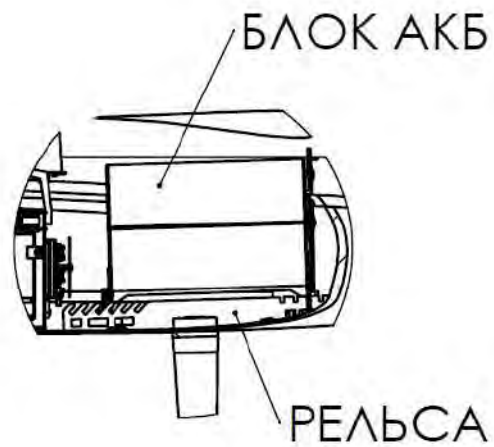
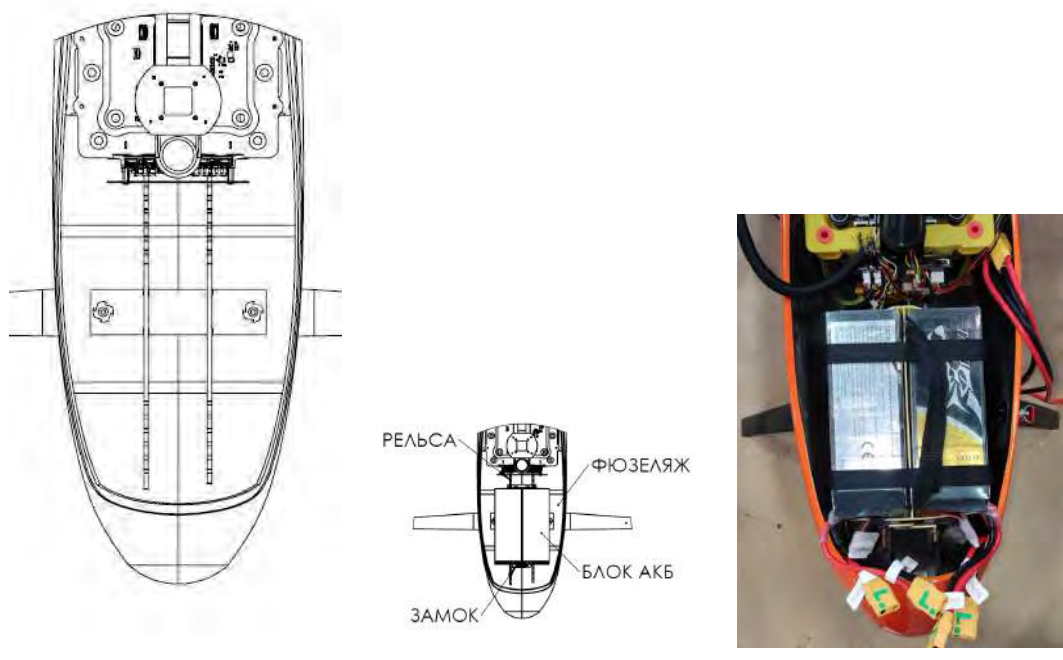


Figure 7: drawing

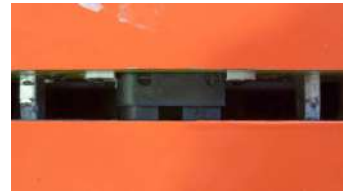
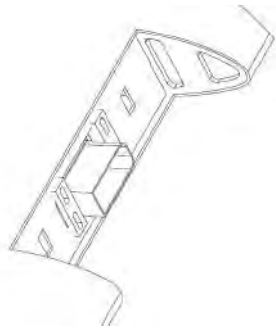
1. Нажмите на фиксатор в передней части блока АКБ, убедитесь что она надежно закреплена на корпусе



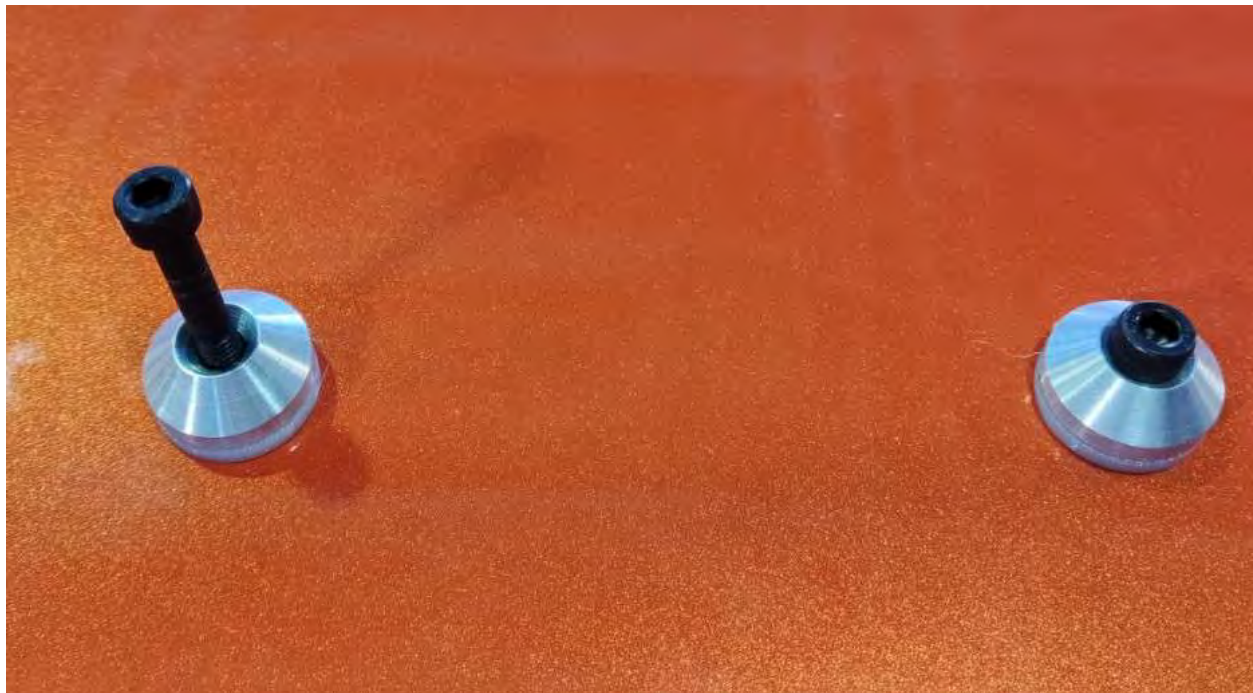
#### WARNING

Необходимо убедиться в надежной фиксации блока АКБ

5. Установите центроплан (Рисунок 1 В) в верхней части БАС, надавив вперед и вниз
  - 5.1. Положите центроплан на фюзеляж
  - 5.2. Подключите силовые разъемы



5.3. Закрепите центроплан с помощью двух винтов, установленных в нем



6. Стыковка моторных балок (Рисунок 1 D) на центроплан

6.1. Достать балку из кофры, развернуть и соединить как показано на рисунке ниже, закрепить фиксаторами



6.2. Подсоединить моторные балки и затянуть гайки

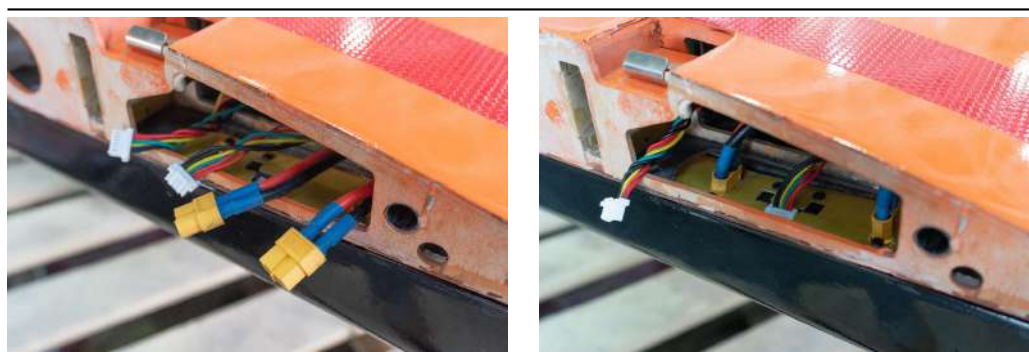


Figure 8: drawing

6.3. Подключите разъем к соответствующему гнезду

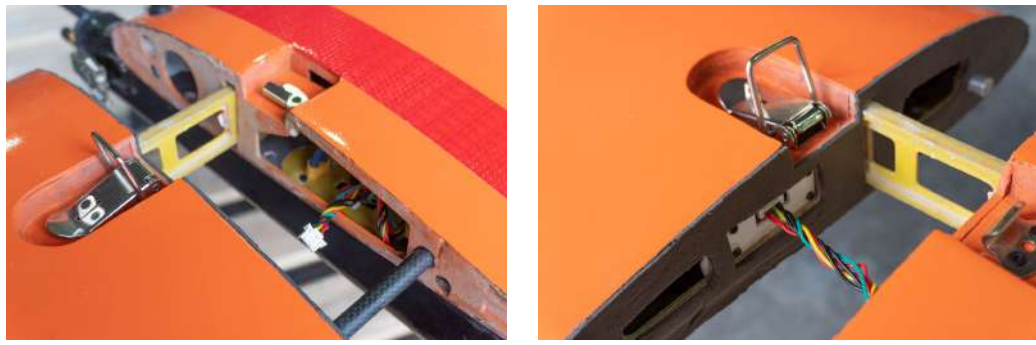


Figure 9: drawing



7. Аккуратно установите консоль крыла (Рисунок 1 А,С). Оставьте зазор для подключения кабеля питания

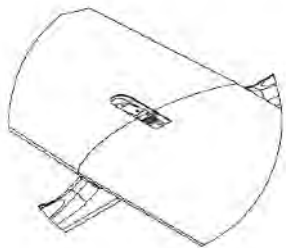
7.1. Подключите разъем к соответствующему гнезду



7.2. Присоедините консоль до конца

7.3. Закрепите фиксаторы на каждой консоли

---



7.4. Проконтролируйте, что провода подключения консолей крыла к центроплану не зажаты между ними

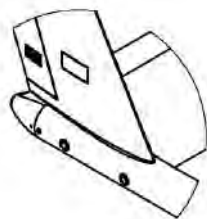
8. Стыковка стабилизатора (Рисунок 1 Н)

8.1. Подключите кабель питания в левой части стабилизатора

8.2. Соедините стабилизатор с балкой, контролируя, чтобы провод подключения не был зажат между ними

8.3. Закрутите по 2 винта через торец балки шестигранным ключом HEX 4 (Комплект ЗИП) в стабилизатор шестигранным ключом с левой и правой стороны

---



9. Убедитесь что чека вставлена



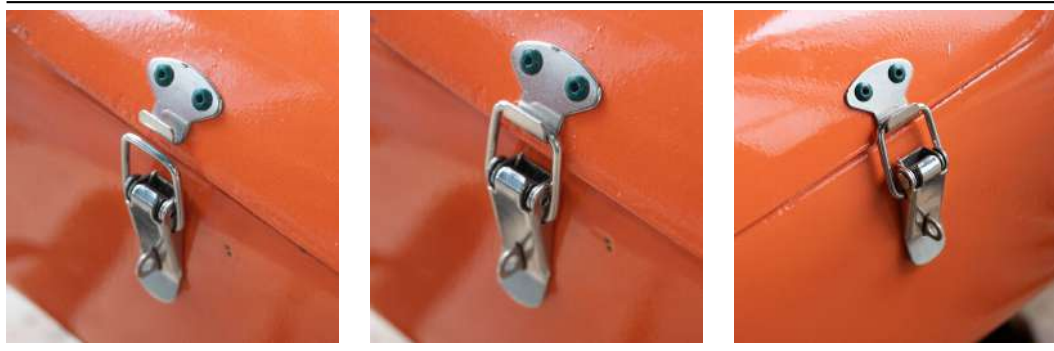
Figure 10: drawing

10. Подключите аккумуляторы к разъемам питания БАС



11. Наденьте крышку блока электроники (Рисунок 1 F) на фюзеляж (Рисунок 1 E)

12. Закрепите крышку при помощи фиксаторов, расположенных с двух сторон фюзеляжа



---

### 3.3 Подготовка топливной смеси и заправка

#### Подготовка топливной смеси

Для заправки двигателя используйте смесь высококачественного бензина марки АИ-92 и синтетического масла. Смесь необходимо приготовить в пропорция – 40:1 (40 частей бензина на 1 часть масла).

##### Тип масла и допуски:

Для приготовления смеси используйте синтетическое масло для двухтактных двигателей, соответствующее следующим требованиям:

- База масла: Синтетическое мало для двухтактных бензиновых двигателей
- Классификация и допуски: JASO FD, API TC, ISO-L-EGD.
- Пример масла: MANNOL Agro Formula S 7858 или любое другое, соответствующее указанным допускам.

##### Приготовление смеси:

- Используйте только чистую, сухую мерную емкость.
- Добавьте масло в бензин в соотношении 40:1 и тщательно перемешайте до однородного состояния.

#### **TIP**

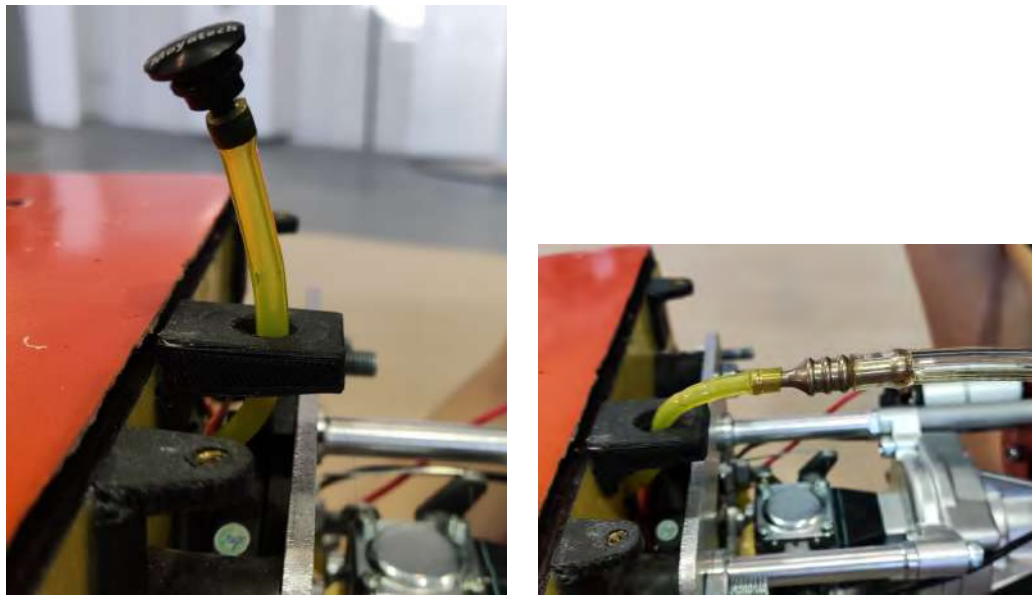
Правильно замешанная смесь, обеспечит бесперебойную работу двигателя, полное сгорание топлива без образования нагара, дыма или задир.

##### Заправка:

Заправка происходит с помощью топливного насоса.

1. Установите беспилотник на ровной поверхности.
2. Возьмите насос
3. Возьмите канистру с топливной смесью и откройте крышку
4. Откройте заправочный штуцер на БАС
5. Присоедините насос к топливному штуцеру БАС





5. Заправочный шланг насоса опустите в канистру
6. Включите насос
7. Отсоедините насос
8. Закройте крышку горловины топливного бака



Figure 11: drawing

### 3.4 Установка полезной нагрузки

1. Произведите установку полезной нагрузки (см. раздел Обслуживание) в соответствии с необходимым полетным заданием
2. Произведите настройку бортовой системы управления в соответствии с инструкцией по настройке установленной полезной нагрузки (см. раздел Обслуживание)

### 3.5 Наземная станция управления

Запуск и управление БАС осуществляют при помощи пульта управления SYI MK32

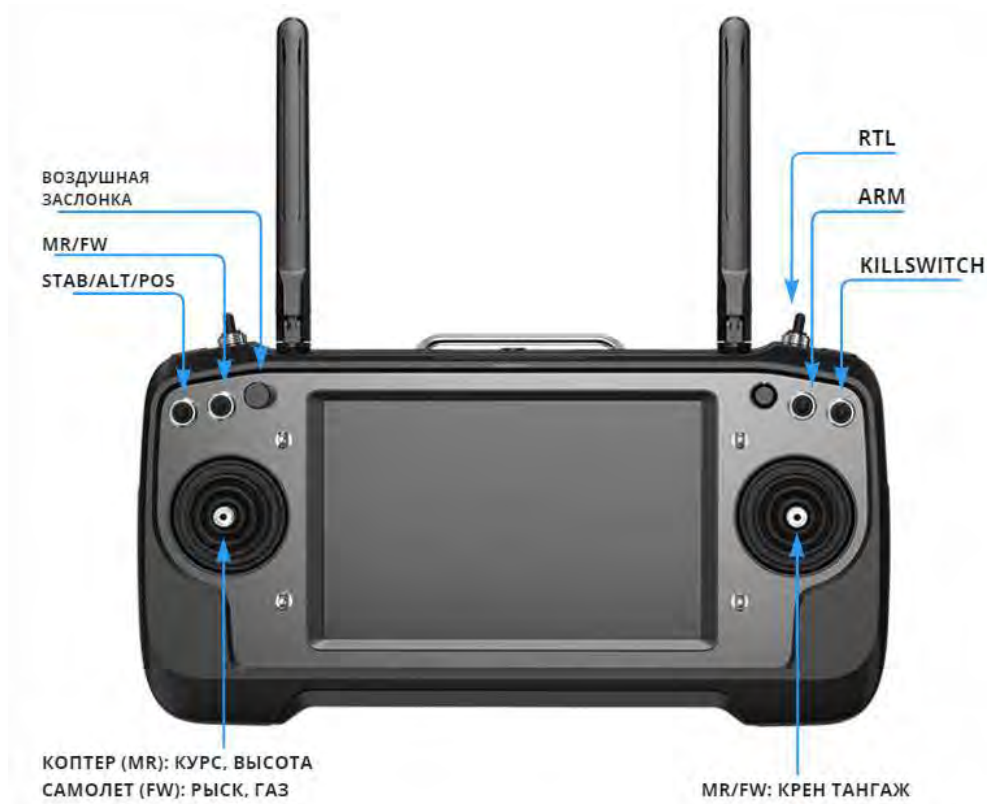


Figure 12: drawing

НСУ состоит из следующих элементов:

1. Антенны
2. Две ручки управления
3. Тумблеры и круговые регуляторы
4. Экран

Экран предназначен для отображения QGroundControl.

1. тумблер “SA” - отвечает за выбор режима полета. Есть три режима полета (три положения тумблера):
  - нижнее - режим Position (позиция) - удержание положения точки в пространстве
  - среднее - режим Altitude (высота) - удержание высоты
  - верхнее - режим Stabilized (стабилизированный)
2. тумблер “SB” - переключатель режима полета. Два положения тумблера:
  - верхнее - MR - режим вертикального полета (используется для взлёта и посадки)
  - нижнее - FW - самолетный режим (используется для горизонтального полета)
3. тумблер “SC” - два положения тумблера:
  - верхнее - Armed
  - нижнее - Disarmed

4. тумблер “SD” - аварийный тумблер Killswitch:
  - в верхнем положении - режим включен
  - в нижнем положении - режим выключен
5. винт “LD1” - отвечает за положение заслонки:
  - прокрутить до упора против ЧС - заслонка закрыта
  - прокрутить до упора по ЧС - заслонка полностью открыта
6. тумблер SF - отвечает за возврат ‘домой’ (RTL)

#### ТИП

Во время предполетной подготовки необходимо запустить ДВС с закрытой заслонкой для прокачки смеси по топливной магистрали.

### 3.6 Предполетная проверка комплекса

Предполетная подготовка проводится на посадочной площадке непосредственно перед полетами БАС с учетом конкретно складывающейся на данное время метеорологической, орнитологической, воздушной и наземной обстановки.

Произвести внешний осмотр БАС

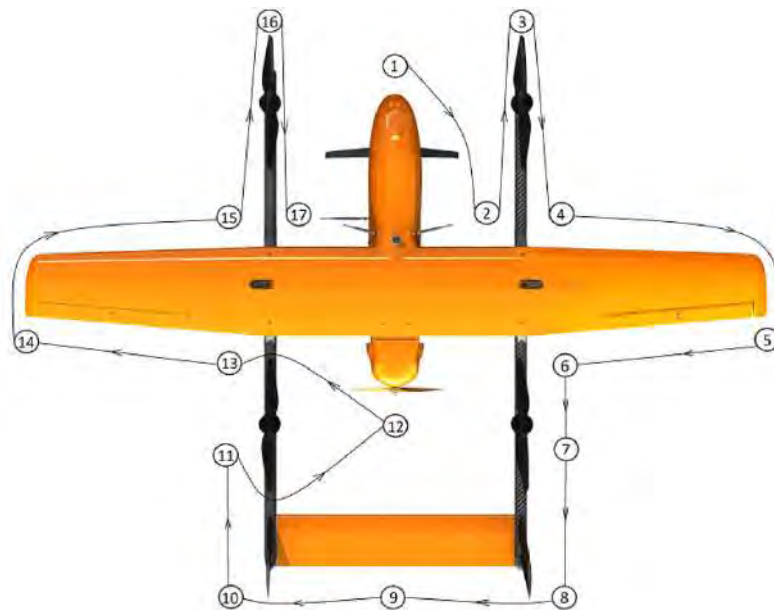


Figure 13: Маршрут обхода предполетной проверки комплекса

**В точке 1:** - проверить наличие в гнезде чеки; - отсутствие повреждений обшивки.

**В точке 2:** - проверить контровку всех крепежных элементов; - крышка фюзеляжа - целостность обшивки; - фиксаторы - закреплены; - крышка - надежно зафиксирована; - антенны - закручены, застопарены, не люфтят, не болтаются; - центроплан - винты закручены, застопарены; - крышка полезной нагрузки - зашплинтована; - обшивка (корка фюзеляжа) - отсутствие повреждений; - шасси - надежно закреплено.

**В точке 3:** - проверить контровку 8 винтов - метки совмещены; - быстросъемная гайка - закручены, застопорены; - воздушный винт - целостность, отсутствие деформаций и прочих

---

повреждений.

**В точке 4:** - крепление балки - гайки закручены, застопарены; - консоли крыла - целостность обшивки; - фиксаторы - закреплены; - крепление фиксаторов - застопарено; - проверит целостность балки.

**В точке 5:** - элерон (руль высоты) - целостность, отсутствия повреждение, свободное отклонение; - проверить целостность тяги; - крепления сервопривода - закручены, застопарены.

**В точке 6:** - крепление балки - гайка закручены, застопарены; - рычаг фиксатора - опущен (находится в горизонтальном положении); - крепления фиксатора - закручены, застопарены; - фиксатор правой консоли - закрыт; - отсутствие повреждений в местах близких к соединениям.

**В точке 7:** - проверить контровку 8 винтов - метки совмещены; - гайка быстросъема - закручены, застопорены; - воздушный винт - целостность, отсутствие деформаций.

**В точке 8:** - стабилизатор - целостность обшивки, наличие болтов крепления и их стопорения; - киль - целостность обшивки, свободное отклонение рулей направления; - крепления сервопривода - закручены, застопорены; - проверить целостность тяги; - приемник воздушного давления (трубка Пито) - целостность, отсутствие загрязнений.

**В точке 9:** - элероны (рули высоты) - целостность, отсутствия повреждение, свободное отклонение; - проверить целостность тяги; - крепления сервопривода - закручены, застопорены.

**В точке 10:** - стабилизатор - целостность обшивки, наличие болтов крепления и их стопорения; - киль - целостность обшивки, свободное отклонение рулей направления; - крепления сервопривода - закручены, застопорены; - проверить целостность тяги; - приемник воздушного давления (трубка Пито) - целостность, отсутствие загрязнений.

**В точке 11:** - проверить контровку 8 винтов - метки совмещены; - гайка быстросъема - закручены, застопорены; - воздушный винт - целостность, отсутствие деформаций.

**В точке 12:** - двигатель (ДВС) - целостность, отсутствия течи заправочной смеси; - воздушный винт - целостность, отсутствие забоин, трещин, сколов; - проверить контровку всех элементов крепления ДВС и воздушного винта.

**В точке 13:** - крепление балки - гайка закручены, застопорены; - рычаг фиксатора - опущен (находится в горизонтальном положении); - крепления фиксатора - закручены застопарены; - фиксатор левой консоли - закрыт; - отсутствие повреждений в местах близких к соединениям.

**В точке 14:** - элерон (руль высоты) - целостность, отсутствия повреждение, свободное отклонение; - целостность тяги; - крепления сервопривода - закручены, застопорены.

**В точке 15:** - крепление балки - гайки закручены, застопорены; - консоли крыла - целостность обшивки; - фиксаторы - закрыты; - крепление фиксаторов - застопарено; - проверит целостность балки.

**В точке 16:** - проверить контровку 8 винтов - метки совмещены; - гайка быстросъема - закручены, застопорены; - воздушный винт - целостность, отсутствие деформаций и прочих повреждений..

**В точке 17:** - проверить контровку всех крепежных элементов; - крышка фюзеляжа - целостность обшивки; - фиксаторы - закрыты; - крышка - надежно зафиксирована; - антенны - закручены, застопарены, не люфтят, не болтаются; - центроплан - винты закручены, застопарены; - крышка полезной нагрузки - зашплинтована; - обшивка (корка фюзеляжа) - отсутствие повреждений; - шасси - надежно закреплено.

## WARNING

Во время полёта БАС испытывает различные нагрузки, а следовательно - вибрации. Перепады давления, температуры и различная скорость полета влияет на все элементы и может привести к откручиванию элементов крепления.

### 3.7 Подготовка к взлету

1. Убедитесь что чека вставлена



Figure 14: drawing

2. Включить НПУ SIYI MK32 - нажать, отпустить и повторно зажать кнопку включения.
3. Проверить уровень заряда наземной станции управления.

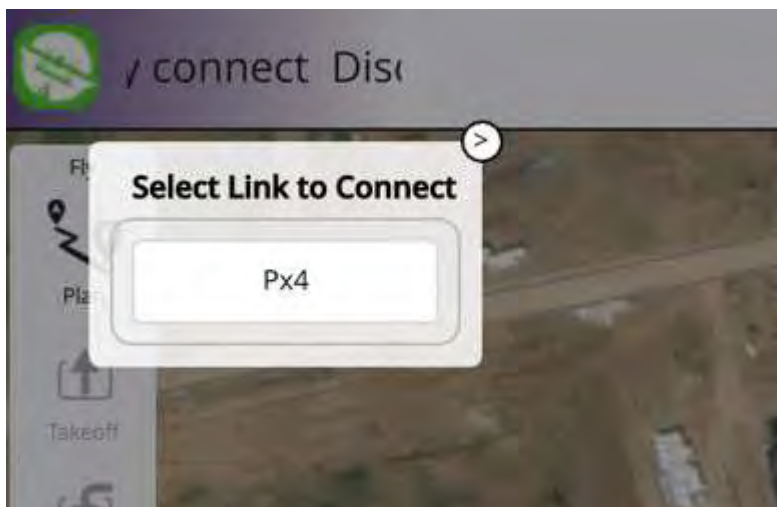
## WARNING

Зарядка НПУ во включенном состоянии невозможна. Рекомендуется перед каждым полёт заряжать пульт до 100

4. Убедиться, что тумблер НПУ находится в положении Disarm, а Killswitch активирован.
5. Подключить АКБ.
  - 5.1. Закрыть крышку блока электроники.
  - 5.2. Убедиться в отсутствии людей и посторонних предметов на стартовой площадке.
  - 5.3 Снять чеку и отойти на безопасное расстояние.



6. Спустя пару секунд контроллеры оборотов издадут характерный писк, оповещающий о том, что воздушное судно проходит инициализацию.
7. Открыть приложение QGroundControl и в левом верхнем углу нажать на надпись “Connect”, выбрав в открывающемся списке полётный контроллер PX4:



#### WARNING

В зависимости от версии НПУ и её ПО, подключение к БВС может происходить в автоматическом режиме.

8. Как только БАС и Пульт установят между собой связь, начнётся процедура загрузки параметров, по завершении которой будет отображаться текущий статус борта:

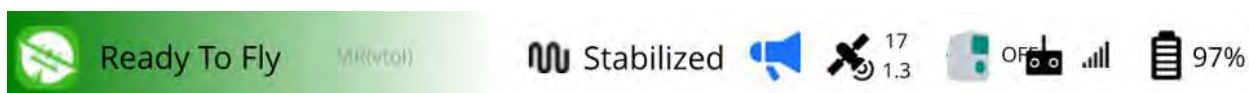


9. Проверить уровень заряда АКБ.

## WARNING

Категорически запрещается производить запуск БАС по ветру. Невыполнение данного требования может привести к падению БВС или к столкновению его с препятствиями.

10. После обнаружения спутников (в количестве от 10 штук) можно приступать к процедуре выполнения предполётных проверок:
  - Перевести тумблер (SA) в положение Stabilize (крайнее верхнее положение тумблера);
  - Перевести тумблер (SB) в положение MR (крайнее верхнее положение тумблера);
  - закрыть воздушную заслонку (крайне положение кругового регулятора при вращении против ЧС);
  - убедиться, что борт находится в режиме Disarm (крайнее нижнее положение соотв. тумблера);
  - убедиться, что Killswitch (SD) включен (крайнее нижнее положение тумблера).
11. Отключить Killswitch переводом тумблера в крайнее верхнее положение. Это действие сопровождается сменой статуса БВС с «Not Ready» на «Ready to fly»:



12. Проверить список Prearm Checks.
13. Проверить работу:
  - GPS приемников
  - ПВД
  - магнитометра
  - двух ПВД, расположенных на законцовках консолей крыла
  - акселерометров
  - магнитометра и курс ЛА.
14. Опустить рычаг управления общим газом в нижнее положение и включить ARM (SC).
15. Проверка работы мультироторной схемы. Поднять рычаг управления общим газом в положение 25-30%, убедиться в устойчивой работе двигателей вертикального взлета и опустить рычаг в крайнее нижнее положение.



16. Прогрев и проверка ДВС. Перевести тумблер (SB) в положение FW. Это действие сопровождается следующими изменениями в строке состояния:



17. Проверить правильную работу рулевых аэродинамических поверхностей. Отклонениями зажатого вниз левого стика вправо-влево проверяется работоспособность рулей направления, а правым работа рулей высоты и элеронов.
18. Поднять рычаг управления общим газом в положение 50%, маршевая силовая установка при этом должна завестись.

### DANGER

После трёх неудачных попыток запуска ДВС, InnoVTOL-3 переходит в режим коптера (MR). Чтобы вернуть его обратно в FW необходимо поднять и затем сразу опустить соответствующий тумблер

### DANGER

Не производите запуск БАС при обнаружении какой-либо неисправности

### TIP

Регулировка воздушной заслонки происходит вручную с помощью регулятора (LD1), при этом двигатель должен работать устойчиво на всем диапазоне хода ручки общего газа.

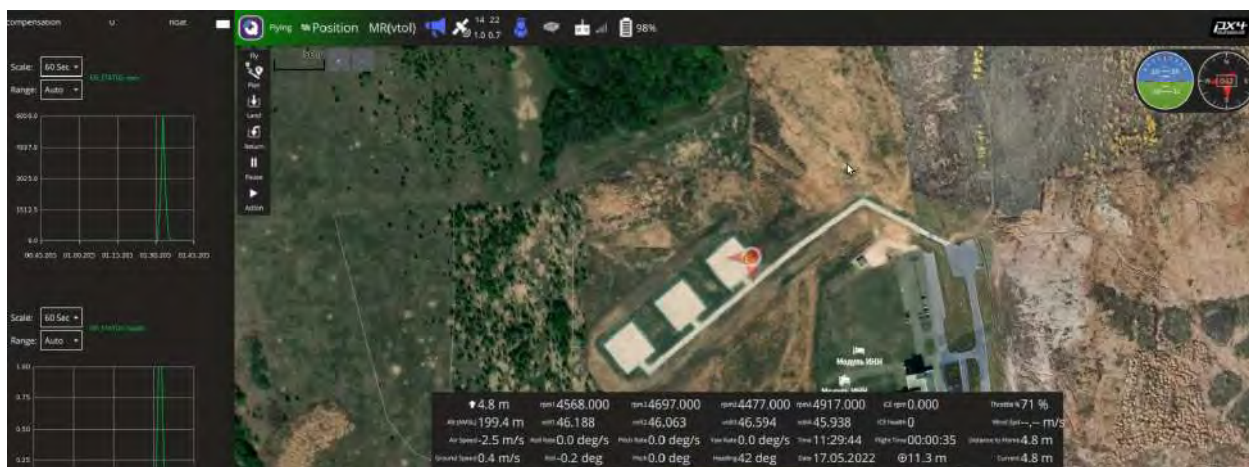
19. После проверки опустить рычаг общего газа, перевести аппарат в режим MC (мультиротор)
20. Выключить тумблер ARM (SC).



### 3.8 Программные проверки

Программные проверки происходят непосредственно после включения питания аппарата перед его полетом.

Вариант внешнего вида графического интерфейса оператора представлен на рисунке ниже.



На изображении выше можно выделить 4 зоны:

1. MAVLink inspector - зона с графиками слева. Иллюстрирует заданные параметры аппарата. В данном случае это обороты ДВС и его статус:
  - выключен,
  - заводится и стартер включен,
  - заводится и стартер выключен,
  - завелся и стартер выключен.
2. Нижняя панель инструментов - отображает значение нескольких общих параметров аппарата, а также содержит панель управления полезной нагрузкой и режимом аппарата.
3. Верхняя панель инструментов - отображает значение параметров аппарата, свойственных модели VTOL.
4. Карта, на которой отображается положение и ориентация аппарата.

Не рекомендуется начинать полет в случае, если не выполняется хотя бы одно из следующих условий:

1. На верхней панели инструментов состояние аппарата Ready to fly (зеленым цветом)
2. На верхней панели окошко с уведомлениями не содержит оповещений типа Warning
3. На верхней панели инструментов заряд аккумулятора 80-100%.
4. На верхней панели инструментов количество GPS равно двум, количество спутников от 10, точность ниже 1.0 на каждом.
5. На карте ориентация аппарата соответствует действительности. Некорректная ориентация может означать проблемы с компасом.
6. На нижней панели инструментов значение воздушной скорости в рамках допустимых ( $\pm 5$  м/с при условии отсутствия сильного ветра), воздушная скорость меняется со временем.
7. На нижней панели инструментов напряжения на каждом из четырех ESC в диапазоне 47-50 В.

- 
8. На нижней панели инструментов высота аппарата нулевая.
  9. Обратная связь от ДВС присутствует, ее показания соответствуют действительности.

В ходе полета рекомендуется следить за тем, чтобы все параметры, упомянутые выше, находились в допустимых значениях.

**WARNING**

Игнорирование предупреждений о неисправностях может привести к аварии

## 4. Выполнение полета

### Используемые режимы при эксплуатации и проведении авиационных работ

Самолет вертикального взлета и посадки может летать как коптер или как самолет с неподвижным крылом. Режим мультикоптера в основном используется для взлета и посадки, в то время как режим с неподвижным крылом используется для эффективного перемещения и/или выполнения миссии.

- Stabilize mode – ручное управление БАС с фиксацией углов, углы крена и тангажа изменяются пропорционально отклонению рукоятки ( ) наземной станции. Автопилот не вмешивается в управление воздушной скоростью. Использование этого режима рекомендуется только для экстренных случаев.
- Altitude hold – схожий режим с режимом Stabilize, разница заключается в контроле в данном режиме высоты.
- Position hold – в состоянии MC режим контролирует высоту, скорость, курс, позиционирование ЛА. В режиме FW контролирует изменение курса, скороснижение/скороподъемность и воздушную скорость.
- MISSION – режим автономного выполнения полетного задания.
- Return (RTL) – режим возврата на точку старта.

### Запуск БАС в режиме position

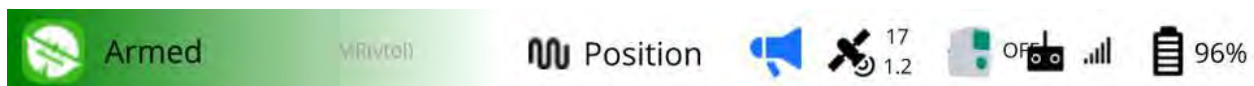
#### DANGER

Не производите запуск БАС при обнаружении какой-либо неисправности

Для обеспечения безопасности полёты на ручном управлении рекомендуется выполнять в режиме Position. Для этого необходимо: - выставить положение переключателя режима управления в положение Position (крайнее нижнее положение соответствующего тумблера); - убедиться, что переключатель режима полёта находится в положение MR (крайнее верхнее положение соответствующего тумблера); - убедиться, что воздушная заслонка открыта (крайне положение кругового регулятора при вращении по ЧС); - убедиться, что борт находится в режиме Disarm (крайнее нижнее положение соотв. тумблера); - убедиться, что Killswitch включен (крайнее нижнее положение соотв. тумблера). После выполнения этих действий строка состояния БВС будет иметь следующий вид:

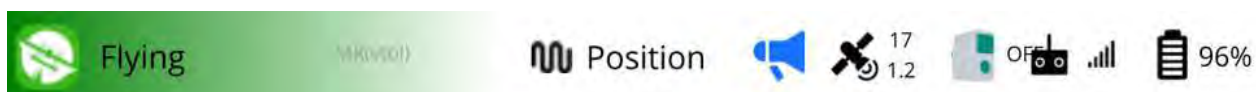


- Не трогая органы управления БВС (левый и правый стики), требуется последовательно выключить Killswitch переводом соотв. тумблера в крайнее верхнее положение и произвести Arm борта переводом соотв. тумблера в крайнее верхнее положение. Строка состояния при этом примет следующий вид:



- Выполнить взлёт. Для этого левый стик, отвечающий в данном режиме управления за высоту, плавно поднимается вверх и вместе с этим борт начинает подниматься в воздух. Статус БВС при

этом изменяется на «Flying»:



- Набрать высоту 40-50 м над уровнем точки старта:



После набора высоты, Оператор переключает режим полёта с MR на FW (крайнее нижнее положение соответствующего тумблера). Сразу после этого ДВС дрона заведётся и начнётся переходный режим.

#### **DANGER**

Запрещается полеты в коптерном режиме дольше 2 минут

#### **DANGER**

Не производите запуск БАС в сторону людей и строений

#### **DANGER**

БВС InnoVTOL-3 в воздухе всегда встаёт на курс против направления движения ветра

#### **DANGER**

В случае направления движения ветра со стороны людей и строений Оператору следует вручную изменить курс движения БВС при помощи воздействия на соответствующие органы управления

Как только БВС наберет воздушную скорость (параметр AirSpd) порядка 24-25 м/с, переходный

режим завершится, подъёмные двигатели отключатся и борт продолжит полёт на маршевом ДВС. Запуск БВС в ручном режиме завершен.

### DANGER

В случае если борт не смог набрать требуемую воздушную скорость, система управления самостоятельно вернется в режим коптера (MR)

## Запуск БАС по миссии после ручного взлёта

Для отправки БВС на полёт по заданному маршруту после ручного взлёта (см. пункт Запуск БАС в ручном режиме) необходимо выбрать точку маршрута, с которой борт начнёт выполнять задание, и подтвердить действие на экране:

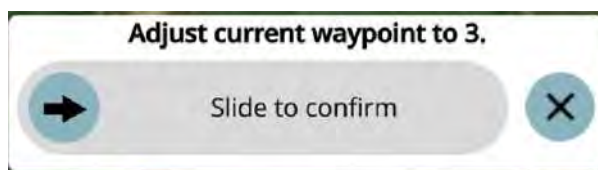


Figure 15: drawing

Перевести БВС из ручного режима управления в полёт по заданной миссии путём нажатия на соответствующее меню в Строке состояния:



выбрать из выпадающего списка строки «Mission». БАС начнёт полёт по миссии с выбранной Вами точки.

## Запуск БАС по миссии

1. Перед запуском необходимо проведение предполетной подготовки.
2. Загрузить на борт полётного задания, можно приступить к запуску.
3. Переключить Killswitch, переведя соответствующий тумблер в крайнее верхнее положение и убедиться в смене состояния дрона с «Not Ready» на «Ready to fly».
4. Подтвердить действие на экране

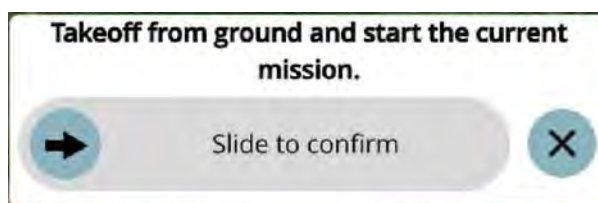


Figure 16: drawing

## DANGER

Запрещается полеты в коптерном режиме дольше 2 минут

## DANGER

Убедитесь, что выбранная точка является точкой Запуска, над действием подтверждения должна высвечиваться надпись «Takeoff from ground and start the current mission»

После подтверждения, борт в автоматическом режиме выполнит взлёт, переход в самолётный режим и полёт по миссии.

## DANGER

Не производите запуск БАС при обнаружении какой-либо неисправности

## DANGER

Не производите запуск БАС в автоматическом режиме при наличии людей и строений рядом с точкой запуска

### Возможные неисправности

Загрузка и выгрузка миссии может произойти с ошибкой из-за зашумленного канала связи (влияющего на миссии, GeoFence и точки сбора). В случае сбоя вы должны увидеть сообщение о состоянии в пользовательском интерфейсе QGC, похожее на:

Mission transfer failed. Retry transfer. Error: Mission write mission count failed, maximum retries exceeded.

Уровень потерь соединения можно просмотреть в меню «Настройки» > «MAVLink». Уровень потерь должен быть выражен младшими однозначными числами (т. е. максимум 2 или 3):

- Уровень потерь, выражающийся высокими однозначными числами, может привести к периодическим отказам.
- Более высокие показатели потерь часто приводят к 100% отказу.

Существует гораздо меньшая вероятность того, что проблемы вызваны ошибками либо в стеке полета, либо в QGC. Чтобы проанализировать эту возможность, вы можете включить ведение журнала консоли для загрузки/выгрузки плана и просмотреть трафик протокольных сообщений.

### Завершении полета

1. После посадки БАС перевести тумблер (SC) в положение Disarm (крайнее нижнее положение)
2. Убедиться в выполнении команды на экране
3. Выключить Killswitch, переведя соответствующий тумблер (SD) в крайнее нижнее положение
4. Вставить чеку в соответствующее гнездо
5. Скачать лог и внести запись в журнал полетов (см. раздел 'Сервис')

## Руководство второго пилота

Задача второго пилота: мониторить данные об аппарате с телеметрии, ассистировать основному пилоту.

Второму пилоту предполагается использовать программное обеспечение наземного пункта управления QGroundControl.

Внешний вид программного обеспечения представлен на изображении ниже:



На рисунке выше представлены 2 окна:

1. Основное окно, на котором представлена карта, текущее положение аппарата, его ориентация (в углу справа сверху), панель с численным состоянием аппарата (снизу), панель виджетов (сверху)
2. Mavlink Inspector (слева) - опциональное окно, на котором можно строить графики тех или иных параметров (в данном случае обороты ДВС и его статус)

НПУ представлено программным обеспечением QGroundControl. Перед использованием необходимо ознакомиться с инструкцией QGroundControl.

## Установка QGroundControl

### Windows

QGroundControl можно установить в 64-разрядных версиях Windows:

- Загрузите QGroundControl-installer.exe с официального сайта.
- Дважды щелкните исполняемый файл, чтобы запустить программу установки.

### Mac OS X

QGroundControl можно установить на macOS 10.11 или более поздней версии:

- Загрузите QGroundControl.dmg с официального сайта.
- Дважды щелкните файл .dmg, чтобы смонтировать его, затем перетащите приложение QGroundControl в папку приложения.

### Ubuntu Linux

QGroundControl можно установить и запустить в Ubuntu LTS 20.04 (и более поздних версиях).

Ubuntu поставляется с менеджером последовательного модема, который мешает любому

---

использованию последовательного порта (или последовательного порта USB), связанного с робототехникой. Перед установкой *QGroundControl* вы должны удалить менеджер модема и разрешить себе доступ к последовательному порту. Вам также необходимо установить *GStreamer* для поддержки потокового видео.

Перед установкой *QGroundControl* в первый раз:

1. Введите в командной строке :

```
sudo usermod -a -G dialout $USER
sudo apt-get remove modemmanager -y
sudo apt install gstreamer1.0-plugins-bad gstreamer1.0-libav gstreamer1.0-gl -y
sudo apt install libqt5gui5 -y
sudo apt install libfuse2 -y
```

2. Выйдите из системы и войдите снова, чтобы активировать изменение прав пользователя.

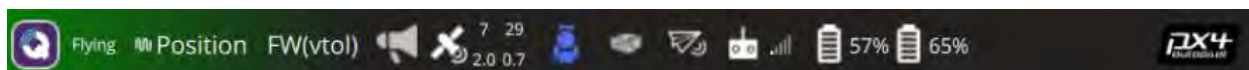
Чтобы установить *QGroundControl*:

1. Загрузите *QGroundControl.AppImage*
2. Установите (и запустите) с помощью следующих команд в терминале:

```
chmod +x ./QGroundControl.AppImage
./QGroundControl.AppImage (or double click)
```

## 1. Панель виджетов

В первую очередь стоит обращать внимание на панель виджетов. В нормальных условиях она может выглядеть следующим способом:



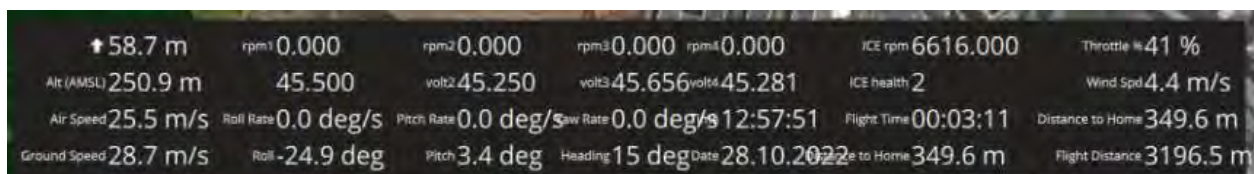
Список актуальных виджетов слева направо:

1. Текущее состояние: Not Ready, Ready to Fly, Arm, Flying.
2. Режим полета: Position, Altitude, Stabilized, etc.
3. Режим полета VTOL'a: MR (vtol) - multirotor, FW (vtol) - fixed wing.
4. Виджет Mavlink сообщений в виде громкоговорителя. Нет новых сообщений - серый. Есть сообщения типа Info - синий. Есть сообщения типа warning или серьезнее - красный с восклицательным знаком.
5. Виджет GPS'a. В зависимости от версии ПО может поддерживать только один или до двух gps'ов. Верхнее число - число спутников. Нижнее - точность.
6. Заряд аккумулятора и уровень топлива.

## 2. Панель с численным состоянием аппарата

Во вторую очередь следует нужно отслеживать панель с численным состоянием аппарата.





Данная панель полностью конфигурируется пользователем: она может иметь любое количество столбцов и строк и значения.

На рисунке представлен рекомендованный набор данных.

Первый столбец сверху вниз: - относительная высота - высота над уровнем моря - воздушная скорость - наземная скорость (по gpr)

Столбцы 2-5 сверху вниз: - обороты коптерных двигателей - напряжения на ESC (соответствует напряжению аккумулятора), - угловые скорости roll, pitch и yaw - углы roll, pitch и yaw

Столбец 6: - обороты ДВС - статус ДВС (0 - выключен, 1 - пытается завестись, 2 - завелся, работает) - время полета - расстояния до точки взлета

Столбец 7: - тяга в % - скорость ветра (по началу оценивается не очень достоверно, но со временем становится ок) - расстояния до точки взлета - расстояние, которые пролетел аппарат

### 3. Mavlink Inspector

Оptionальное окно с графиками. В основном актуально при отладке каких-нибудь подсистем.

Рекомендованные данные, которые можно (но не обязательно) выводить: - обороты ДВС и его состояние, - наземная и воздушная скорость, - относительная высота и высота измеренная дальномеров.

В целом, окно не обязательно.

### 4. Алгоритм поведения второго пилота

Поведение второго пилота можно разделить на несколько стадий.

#### 4.1. Предполетная подготовка.

На данном этапе необходимо проверить общее состояние системы и оценить, на сколько она готова к полету.

Для полета необходимо:

1. Дождаться, когда gprс поймает рекомендованное количество спутников.
  - Для uavcan gprс'a (L1) хотя бы 7-8 спутников. Лучше от 10.
  - Для emlid gprс'a (L1/L2) хотя бы 15-20 спутников. Лучше от 25.
2. Убедиться, что аккумулятор заряжен. Напряжение на старте должно быть 48-50 Вольт. Для полетов в зоне видимости допускается от 46 В.
3. На панели виджетов напряжение аккумулятора и уровень топлива в % должны быть в пределах допустимых значений.
4. Убедиться, что воздушная скорость откалибрована и работает корректно. Ее значения должны

---

колебаться около нуля. Допускается погрешность в среднем  $\pm 2$  м/с, максимум - до  $\pm 5$  м/с. Датчик измеряет дифференциальное давление, а поскольку скорость пропорциональна квадрату разницы давления, то на больших скоростях точность будет значительно лучше - единицы десятых м/с.

Если воздушная скорость имеет не нулевое среднее значение - это значит, что либо нужно сделать калибровку датчика в связи с температурными изменениями, либо датчик поврежден.

#### **4.2. Прогрев ДВС и проверка подъемных двигателей**

На данном этапе необходимо убедиться, что обратная связь от двигателей присутствует и соответствует действительности.

Полет без обратной связи от двигателей не допускается!

Автопилот самостоятельно никак не реагирует на наличие/отсутствие обратной связи от двигателей.

#### **4.3. Взлет**

На данном этапе следует обращать внимание на относительную высоту и сообщать ее основному пилоту.

Рекомендованная высота для начала переходного режима - от 30 до 50 метров.

#### **4.4. Переходный режим**

На данном этапе следует обращать внимание на:

1. Воздушную и наземную скорость аппарата - в нормальных условиях она будет расти от нуля до 25-30 м/с. Если воздушная скорость (с учетом ее погрешности на маленьких скоростях) сильно отличается от наземной, рекомендуется прервать полет. Например, если при скорости gps 15 м/с, воздушная - нулевая или отрицательна - лучше прервать полет.
2. Относительную высоту аппарата. В зоне видимости аппарата, основной пилот сам сможет оценивать скорость. Тем не менее, если высота сильно упадет, лучше сообщить. Просадка по высоте может достигать 10-15 метров.
3. Состояние ДВС. В зоне видимости аппарата, основной пилот сам сможет оценивать состояние ДВС. После прогрева ДВС обычно заводится с первого раза и хорошо работает. Допускается одна попытка завести. Если он выключается в процессе работы, необходимо обратить внимание на проблему.

#### **4.5. Горизонтальный полет**

В данном режиме рекомендуется в первую очередь следить за виджетом с Mavlink сообщениями.

Хотя в случае, если с параметрами будет что-то не так, система должна сама уведомить, тем не менее рекомендуется также периодически проверять численные параметры системы самостоятельно, чтобы они были в рамках допустимых. В основном это состояние ДВС, высота, скорость.

Окно с mavlink сообщениями имеет несколько уровней уведомлений. Можно выделить: - info (виджет становится синим) - в целом, их можно игнорировать, - warning (виджет становится красным с

---

восклицательным знаком)- означает, что система диагностировала проблему, которая, тем не менее, (пока) не является критичной, - error и critical/emergency (сообщение выводится на экран всплывающим окном) - ошибки, на которые нужно обратить внимание и иногда среагировать.

---

## 5. Действия в сложных и аварийных ситуациях

### 5.1 Действия внешнего пилота и автопилота в экстренных ситуациях

Корректное функционирование аппарата возможно только при корректном функционировании всех его компонентов по отдельности, диагностика которых производится системой управления на протяжении всей работы аппарата. В случае нахождения каких либо проблем, в зависимости от их критичности, система управления будет осуществлять различные действия. Внешний пилот должен реагировать на сигналы от системы управления соответствующим образом.

Аппарат имеет следующий набор датчиков:

1. 3 imu (в составе гироскопа акселерометра, внутри автопилота)
2. 1 магнитометр (внешний, внутри автопилота отключен)
3. 2 барометра (один внутри автопилота, второй внешний)
4. 2-3 датчика воздушной скорости
5. 1 датчик высоты
6. 2 gps (uavcan и emlid)

Предполагается, что для каждого из датчиков есть ненулевая вероятность выхода из строя. Наиболее критичные датчики с целью повышения надежности представлены в нескольких экземплярах таким образом, что выход любого одного из представленных датчиков не является критичным для системы в целом. При возникновении неисправности, система уведомляет пользователя сообщением типа WARNING (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ), ERROR (ОШИБКА), CRITICAL (КРИТИЧЕСКАЯ ОШИБКА) и EMERGENCY (ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ). В зависимости от типа ошибки, система может как продолжить полет в текущем режиме, так незамедлительно перейти в аварийный режим работы. Тем не менее, при возникновении любой неисправности внешнему пилоту необходимо осуществить посадку аппарата.

#### WARNING

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ ДАЛЬНЕЙШИЕ РАБОТЫ С БАС ДО УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ.

### 5.2 Действия при проблемах с инерциальным датчиком

Инерциальные датчики используются для оценки положения, ориентации и скоростей аппарата в локальной системе координат. Поскольку это наиболее критичная часть системы управления, инерциальные датчики представлены в трех экземплярах. Одновременно в автопилоте работают 3 ЕКФ, каждый из которых использует собственный набор imu (гироскоп + акселерометр), при этом в один момент времени, приоритетным является только один.

В случае, если система диагностирует ошибку консистентности данных инерциальных датчиков, происходит переключение на другой ЕКФ, а также уведомление пользователя об этом событии сообщением типа WARNING, при этом аппарат не изменит текущий режим и продолжит полет. Возможные события, связанные с imu, и поведение автопилота представлены в таблице ниже.

Таблица - Возможные события, связанные с imu, и реакция на них

№	Событие	Тип	Поведение автопилота
1	Показания imu не соответствуют модели	WARNING	Переключение на другой imu

В случае возникновения проблем с imu рекомендуется осуществлять незамедлительную посадку аппарата.

### 5.3 Действия при проблемах с магнитометром (компасом)

Магнитометр используется для оценки угла рыскания. Наиболее критична потеря его данных для режима MC, в режиме FW же аппарат может с достаточной точностью определять угол рыскания с помощью gps.

Таблица - Возможные события, связанные с магнитометром, и реакция на них

№	Событие	Тип	Поведение автопилота
1	Некорректные показания магнитометра, либо отсутствие входных данных	EMERGENCY	Продолжение полета

В случае возникновения проблем с магнитометром в режиме MC рекомендуется осуществлять в ручном режиме незамедлительную посадку в безопасном месте. В режиме FW рекомендуется сначала долететь в зону видимости внешнего пилота, осуществить перевод аппарата в режим MC, после чего осуществить посадку в ручном режиме.

### 5.4 Действия при проблемах с барометром

Барометр наряду с gps используется для оценки высоты аппарата на протяжении всего полета.

Таблица - Возможные события, связанные с барометром, и реакция на них

№	Событие	Тип	Поведение автопилота
1	Некорректные показания барометра, либо отсутствие входных данных	EMERGENCY	Продолжение полета

В случае потери данных барометра внешнему пилоту рекомендуется осуществить посадку аппарата в зоне видимости в ручном режиме. Пилот должен быть готов к тому, что определение системой управления высоты может быть некорректно, поэтому высоту нужно будет определять визуально.

---

## 5.5 Действия при проблемах с датчиком дифференциального давления

Датчик дифференциального давления используется для оценки воздушной скорости, которая является необходима для системой управления в режиме FW.

Одновременно в системе управления в каждый момент рассчитываются значения N+1 воздушных скоростей, где N=2 - количество датчиков дифференциального давления. Дополнительная воздушная скорость, оцениваемая на основе показания скорости gpr, имеет наименьший приоритет, и используется в случае, если система считает данные реальных датчиков некорректными.

Возможные события представлены в таблице ниже.

Таблица - Возможные события, связанные с воздушной скоростью, и реакция на них

№	Событие	Тип	Поведение автопилота
1	Показания используемого датчика воздушной скорости не соответствуют ожидаемым значениям согласно модели, однако есть резервный датчик	WARNING	Переключение на другой доступный датчик воздушной скорости
2	Показания неиспользуемого датчика воздушной скорости соответствуют ожидаемым значениям согласно модели	INFO	Добавление неиспользуемого датчика в список доступных
3	Показания используемого датчика воздушной скорости не соответствуют ожидаемым значениям согласно модели, резервные датчики не доступны	WARNING	Переключение на режим оценки воздушной скорости по gpr

В случае потери данных воздушной скорости, оператору рекомендуется осуществить наискорейший перевод аппарата в режим MC, а затем его посадку, и осуществить поиск неисправности. Следует иметь ввиду, что неправильная оценка воздушной скорости может вывести аппарат в режиме FW на критические параметры, например на скорость сваливания.

## 5.6 Действия при проблемах с датчиком высоты

Датчик высоты наряду с барометром и grs используется для оценки высоты. В то время как барометр и grs выдают оценку значения высоты на основе модели Земли, дальномер выдает фактические показания расстояния между аппаратом и поверхностью Земли, хотя его дальность ограничена 10 метрами. Таким образом, данный датчик является необходимым для эффективного осуществления посадки.

В случае потери данных датчика, рекомендуется осуществлять ручную посадку аппарата в зоне видимости. Следует иметь ввиду, что во время взлета/посадки аппарат может неверно оценивать свою высоту, поэтому внешнему пилоту стоит оценивать ее визуально.

## 5.7 Действия при потере сигнала GPS/ГЛОНАСС

Gps является одним из наиболее критичным для корректного функционирования датчиком. Потеря его данных фактически означает неспособность аппарата определить свою позицию в глобальной системе координат.

Хотя кратковременная потеря данных (до 5 секунд) не является проблемой, долговременная его потеря переводит аппарат в аварийный режим работы.

В связи с невозможностью автоматического возврата аппарата к безопасной точке, наиболее безопасным поведением является следующее:

1. Переход аппарата в режим мультикоптера в случае, если аппарат находится в режиме FW
2. Зависание его на месте в течение времени, на которое позволяют аккумуляторы, что может дать оператору время на перехват управления
3. Осуществление посадки на месте в случае, если аккумулятор опускается до критического значения.

Описанный выше алгоритм, характеризующий поведение автопилота при потере сигналов модулей GPS/GLONAS, представлен в виде блок-схема ниже.



Figure 17: Блок-схема, описывающая поведение аппарата в случае потери сигнала gps

При потере сигнала GPS навигационные режимы будут недоступны для использования. Рекомендуется перевести аппарат в режим STABILIZE или ALTITUDE HOLD и совершить посадку аппарата вручную. Внешнему пилоту следует иметь в виду, что, поскольку аппарат без gps не может определять свою глобальную позицию, он может дрейфовать в воздухе.

## 5.8 Действия при потере радиосвязи

Связь с бортом, находящемся в воздухе, реализуется при помощи двух независимых модулей (SIYI и RFD900), входящих в состав блока электроники. Первый отвечает за передачу телеметрии и управление БВС при помощи пульта (НПУ); второй служит для установления связи с БВС через устройства на основе ОС Windows/Linux/Mac при помощи внешнего модема, который поставляется с каждым аппаратом.

При воздействии внешних помех или наличии физических повреждений не исключен шанс полной потери связи с БВС.

Возможные события представлены в таблице ниже.

Таблица - Возможные события, связанные с потерей связи, и реакция на них

№	Событие	Тип	Поведение автопилота
1	При выполнении полёта в ручном режиме (Stab/Alt/Pos/Hold) пропала связь с БВС через пульт	EMERGENCY	По истечении времени, заданного в настройках на вкладке Safety, БВС перейдёт в режим полёта по кругу до достижения высоты возврата домой. После этого в автоматическом режиме аппарат полетит на точку взлёта, выполнит переход в режим MR и совершит посадку
2	При выполнении полёта по миссии (Mission) пропала связь с БВС через пульт	WARNING	БВС продолжит выполнение полётного задания, по завершении которого автоматически произведёт посадку в заданной точке



№	Событие	Тип	Поведение автопилота
3	При выполнении полёта по миссии (Mission) с установленной точкой Loiter пропала связь с БВС через пульт	EMERGENCY	Данная ситуация маловероятна, т.к. сценариев с использованием точки Loiter при обычной эксплуатации практически нет, но в теории имеет место быть. БВС в данном случае продолжит выполнение миссии (кружение). В это время необходимо перезагрузить пульт и попытаться восстановить связь. В случае отсутствия успеха, требуется подключить внешний модем к устройству на основе ОС Windows/Linux/Mac, зайти в QGroundControl и попытаться установить связь. Если перечисленные действия не привели к результату, то требуется визуально следить за БВС и ожидать пока топливная смесь не подойдёт к концу. После одной неудачной попытки завести ДВС, борт перейдёт в режим коптера (MR) и зависнет. Необходимо убедиться в отсутствии людей в зоне его возможного приземления. Как только заряд АКБ опустится до 10% (параметр задаётся в настройках), БВС начнёт плавный спуск и выполнит посадку

Стоит отметить, что потеря связи из-за увеличения расстояния между НПУ и БВС при полёте по заданной миссии не является аварийной ситуацией. При правильно построенном полётном задании борт автоматически вернется в зону действия сигнала и связь восстановится.

## 5.9 Работа ДВС и стартера

Следует понимать в общих чертах, как происходит управление ДВС и какую обратную связь от него мы можем получить.

В плане управления автопилот о ДВС ничего не знает. Он работает с ним также, как и с электрическим двигателем - посылает управляющее воздействие - тягу от 0 до 100%: в режиме коптера тяга всегда нулевая, в режиме FW всегда ненулевая.

Плата управления ДВС сама понимает, когда нужно включать стартер, свечу зажигания и как управлять заслонками газа и воздуха. Нода отправляет автопилоту измеряемые обороты и текущий статус ДВСа.

Алгоритм следующий:

**Выключенное состояние.** Когда тяга нулевая, свеча зажигания и стартер выключены, а заслонка газа в закрытом положении. Если приходит ненулевая команда, плата переходит в режим “Попытка завестись”. Режим активируется сразу же, если приходит нулевая команда.

**Попытка завести.** Когда появляется ненулевая команда, стартер и свеча включаются на определенный период времени. Заслонка газа линейно соответствует желаемой тяге. Заслонка воздуха линейно меняет свое положение из закрытого (чтобы смесь была более насыщенной и было легче завести) в открытое (более оптимальный режим работы). По завершении таймаута, плата переходит в режим “Ожидание”.

---

**Ожидание.** Стартер выключается на определенное время. Необходимо, чтобы понять, завелся ДВС или нет. По завершению этого периода, стартер либо включается повторно, либо плата переходим в “Рабочий режим”.

**Рабочий режим.** Свеча включена, стартер выключен. Заслонка воздуха зафиксирована. Заслонка газа управляется тягой. Если пропадают обороты, стартер переходит в режим “Попытка завестись”.

## 5.10 Поведение аппарата при потере оборотов

В программе автопилота добавлены дополнительные автоматические backward transition в двух случаях.

**Проверка по наличию обратной связи.** Если обратная связь от ДВС не приходит в течение 3 секунд. Сразу же обратный переход. Такое поведение не должно происходить - на практике ни разу не было. Сопровождается критической ошибкой `Critical: ICE: feedback lost. Transition to MR.`

**Проверка состояния ДВС.** Данная проверка включается по истечению 160 секунд с момента перехода в режим FW (также касается момента, когда происходит прогрев ДВС на земле). Если в течение 15 секундного окна осуществляется первая попытка завести стартер - уведомить сообщением `Warning: ICE: trying to restart....` Если в течение 15 секундного окна осуществляется вторая попытка завести стартер - выполнить переход в MR, выдав сообщение: `Critical: ICE: restart has been failed. Transition to MR..`

## 5.11 Иные возможные неисправности

1. `Warning: UAVCAN: x/15 bad: xx is Err.` Какая-то из нод в сети диагностировала ошибку. Сейчас система слишком чувствительна, можно игнорировать. Одновременно может быть до 8 ошибок.
2. `Warning: UAVCAN: x/15 bad: xx is Off.` Какая-то из нод отключилась. За текущую историю полетов ни разу не случилось.
  - Если оффлайн 41 или 42 ноды - значит коптерные двигатели, вероятно, не работают. Самый худший вариант развития события. Если в течение 10 секунд оповещений об оффлайн статусе нет, то они восстановились. В любом случае, лучше каким-нибудь способом осуществить посадку.
  - Если оффлайн остальные ноды - это менее критично, но лучше все равно лучше прекратить полет.
3. `Warning: ICE: trying to restart...` - Осуществляется попытка завести ДВС. Либо он заглох, либо до сих не завелся. Если в течение 3 секунд не заведется, то сам перейдет в режим MR.
4. `Warning: ICE: restart was successful.` - ДВС все-таки завелся. Самостоятельный переход в MR отменяется.

Возможные errors и critical ошибки:

1. `Warning: ICE: feedback lost. Transition to MR..` ДВС не завелся. Автоматический переход в коптер.

---

## 6. Послеполетная подготовка

В данном разделе описывается послеполетная подготовка, разборка и упаковка БАС после выполнения полетного задания.

### WARNING

Запрещается транспортировать БАС в собранно состоянии и вне транспортировочного контейнера.

### 6.1 Техническая подготовка

1. Убедиться что на НСУ отображается индикация посадки: «Ready to fly»
2. Включить Killswitch переводом тумблера в крайнее нижнее положение. Это действие сопровождается сменой статуса БВС с «Ready to fly» на «Not Ready»
3. Установить предохранительную чеку в гнездо
4. Снять крышку фюзеляжа
5. Разъединить кабели аккумуляторов от разъема питания БАС

### 6.2 Послеполетная проверка комплекса

Послеполетная подготовка проводится на посадочной площадке непосредственно по окончании полета в соответствии с разделом 3.6 (Предполетная проверка комплекса).

### 6.3 Слив топлива

1. Возьмите насос
2. Слив топлива осуществлять в чистую емкость
3. Откройте заправочный штуцер на БАС
4. Присоедините насос к топливному штуцеру БАС
5. Заправочный шланг насоса опустите в канистру
6. Включите насос в режим откачки топлива
7. Отсоедините насос
8. Закройте крышку горловины топливного бака

### TIP

Масло-топливную смесь нельзя хранить более 2х недель, далее происходят необратимые процессы окисления, и изменения состава смеси.

---

## 6.4 Разборка

1. Снять стабилизатор: Откручиваются по 2 винта с каждой стороны
2. Отключить разъем стабилизатора
3. Консоли крыльев
  1. Отстегнуть защелки
  2. Вытащить консоль с лонжерона
3. Отключить разъем кабеля
4. Снять моторную балку с каждой стороны
  1. Отсоединить разъемы с торцевой стороны центроплана
  2. Открутить 2 винта, снять балку
  3. Отсоединить переднюю часть балки
5. Снять центроплан
  1. Откручиваем 2 гайки
  2. Тянуть строго назад
6. Вытащить блок АКБ из крепёжных элементов в носовой части БАС
  1. Нажать на защелку с передней стороны блока АКБ
7. Закрыть крышку фюзеляжа, зафиксировав защелками
8. Открутить 4 винта крепления шасси

## 6.5 Упаковка в транспортировочный контейнер

### WARNING

Запрещается транспортировать БАС с заправленным бензином.

Упаковка в транспортировочный контейнер происходит в соответствии с картинкой показной ниже.

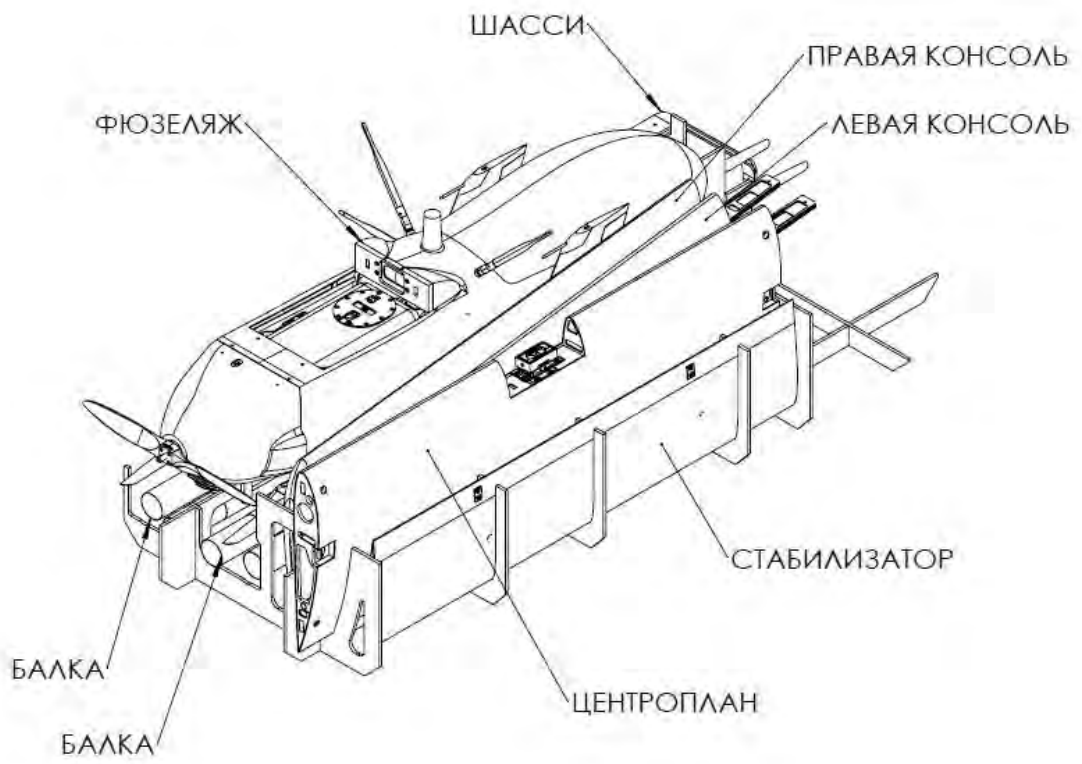


Figure 18: drawing

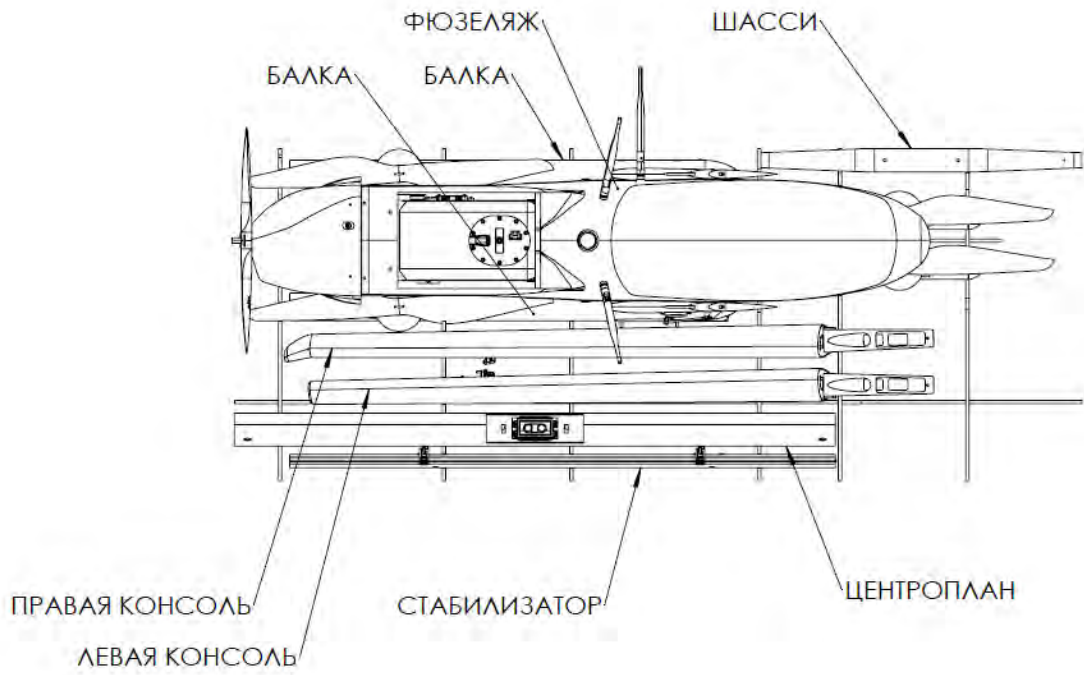


Figure 19: drawing



Figure 20: drawing

- Разобранные балки складываются нижней часть кофры
- Консоли складываются центральную часть
- Хвостовая балка и центроплан складываются правую часть
- Фюзеляж складываются левую часть
- Шасси складываются в левую часть

---

## 7. Эксплуатация систем и оборудования

### 7.1 Загрузка лог-файлов

1. Снять крышку фюзеляжа
2. При помощи USB подключить компьютер к полетному контроллеру
3. Скачать полетные логи (файлы) с помощью программы QGroundControl во вкладке основного меню:
  - выбрать Analyze tools
  - дождаться загрузки всех лог-файлов
  - выбрать логи с датой последнего полета и скачать его нажав Download
4. Отключите компьютер от полетного контроллера
5. Загрузить записанные лог-файлы на сайт <https://logs.px4.io>
  - открыть сайт Flight Review
  - перенести лог за полет
  - нажать Upload (загрузить)
  - Дождаться полной загрузки файла
6. Через веб-интерфейс произвести анализ полета и всех действий, которые происходили с аппаратом во время полета
7. Заполнить журнал полетов, Внести ссылку на лог в журнал полетов.
8. Допускается вести журнал полетов на бумажном носителе. В этом случае должны быть внесены следующие записи:
  - ФИО оператора
  - Налет часов и километраж с указанием размерности
  - Указание на место хранения лога полета и его название
  - Полетное задание
  - Выявленные замечания и комментарии к полету

---

Ссылка на журнал полетов

---



---

## 7.2 Заправка ДВС

Топливо заправляется в бак БАС вместе с маслом. Каждая заправка перед эксплуатацией требует приготовления топливной смеси с соблюдением пропорций.

### ТИП

Правильно замешанная смесь, обеспечит бесперебойную работу двигателя, полное сгорание топлива без образования нагара, дыма или задира.

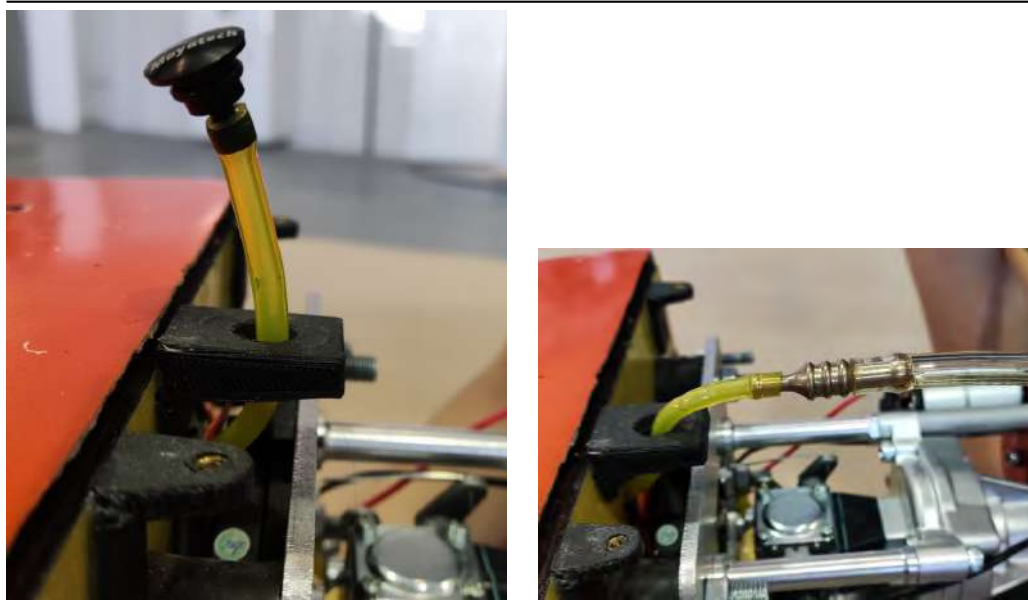
Для смеси необходимо использовать 92-й бензин и масло для двухтактных двигателей (синтетическое). Топливо ниже 92-го, с меньшим октановым числом не подойдет. 95-й не рекомендуется. Замешивайте смесь перед каждым применением техники.

### ТИП

Масло-топливную смесь нельзя хранить более 2х недель, далее происходят необратимые процессы окисления, и изменения состава смеси.

Заправка происходит с помощью топливного насоса.

1. Возьмите насос
2. Возьмите канистру с топливной смесью и откройте крышку
3. Откройте заправочный штуцер на БАС
4. Присоедините насос к топливному штуцеру БАС



5. Заправочный шланг насоса опустите в канистру





Figure 21: Заправка ДВС

6. Включите насос
7. Отсоедините насос
8. Закройте крышку горловины топливного бака



Figure 22: Крышка горловины топливного бака

#### WARNING

Выход из строя ДВС при использовании некачественной смеси не является гарантийным случаем.

### 7.3 Эксплуатация АКБ

#### Техника безопасности АКБ

- Запрещается разбирать АКБ.
- Запрещается использовать нештатные зарядные устройства и кабели для зарядки АКБ.
- Запрещается подключать батарею к выключенному зарядному устройству.
- Запрещается транспортировать АКБ в корпусе БАС (только в защитном кейсе).

- 
- Не оставляйте АКБ надолго под прямыми солнечными лучами.
  - Не допускайте длительное хранение и транспортировку АКБ при температуре ниже +3°C.

### Рекомендации по использованию АКБ и ЗУ

- Если полеты проходят при температуре воздуха ниже 0 °С, перед полетом необходимо хранить АКБ в теплом месте и не допускать её охлаждения. Следует помнить, что на холоде литий-полимерные АКБ могут терять до 30% своей емкости, данное обстоятельство необходимо учитывать при построении полетного задания.
- Если полеты проходят при температуре воздуха выше +25 °С, перед полетом необходимо хранить АКБ в прохладном, защищенном от попадания прямых солнечных лучей месте. После полета нельзя сразу заряжать АКБ, необходимо дать ей остыть. Заряжать также необходимо в прохладном месте, защищенном от попадания прямых солнечных лучей.
- АКБ необходимо заряжать после каждого использования.
- Не допускайте перезаряда и переразряда АКБ. Напряжение на каждой ячейке не должно выходить за рамки диапазона 3,3 - 4,2 В (оптимальный уровень— 3,7 В). Для АКБ
- Не заряжайте АКБ в холодном помещении, если затем планируете переносить её в теплое. Повышение температуры полностью заряженной АКБ приведет к её перезаряду, который снижает срок службы и может привести к возгоранию.
- Не храните АКБ в полностью разряженном или заряженном состоянии. При длительном хранении (более 14 дней) желательно зарядить АКБ до уровня 3,8В на каждой ячейки и дозарядить раз в 3 месяцев. Хранить в сухом прохладном месте, исключая воздействие прямых солнечных лучей, при температуре от +5 до +25 °С и относительной влажности не более 80%, без конденсации.
- Литиевые АКБ подвержены старению. Интенсивность эффекта зависит от времени, температуры хранения и эксплуатации, количества циклов заряд-разряд.
- Оптимальная температура при хранении, зарядке и эксплуатации АКБ +15 °С.
- Срок хранения - 1 год. После длительного (более 1 года) хранения нужно провести цикл полного разряда и заряда батареи.

### Зарядка АКБ

1. Снять основной (и задний для электро версии) АКБ из БАС:
  1. для электро версии необходимо предварительно снять задний блок маршевого двигателя вместе с блоком АКБ
  2. разъединить кабели подключения аккумуляторов
  3. изъять АКБ
2. Подключить каждый аккумулятор к соответствующим портам зарядной станции
  1. соединить силовой разъем “ХТ90” каждой батарейки с соответствующим портом зарядной станции
  2. соединить балансирующий разъем аккумулятора с соответствующим портом зарядной станции



#### TIP

Красный индикатор указывает на то, о каком порте (аккумуляторе подключенного к этому порту) выдается информация на табло зарядного устройства.

3. Нажимая на кнопки “DEC” и “INC” на зарядной станции выбрать LiPo (литий-полимерный) тип аккумулятора
4. После выбора типа аккумулятора нажать “ENTER”
5. Нажимая на кнопки “DEC” и “INC” выбрать тип зарядки “LiPo BALANCE”
6. Нажать “ENTER” (переход на выбор тока)
7. Нажимая на “DEC” и “INC” выбрать значение тока равное 6.0 А

#### WARNING

В случае, если от одной станции заряжается сразу 4 аккумулятора, то значение тока следует установить не более 3.0 А. При больших мощностях зарядное устройство может сгореть.

8. Нажать “ENTER”, выбрать количество элементов в аккумуляторе “6S”

#### TIP

Каждый аккумулятор TATTUM10 состоит из 6 элементов (6S).

9. Нажать и удерживать “ENTER” до получения звукового сигнала
10. На табло высветится “BETTER CHECK” (проверка)
11. В случае, если ошибок нет, на табло зарядного устройства высветится “R: 6SER S: 6SER”. Если есть ошибка то отобразится “CELL ERROR”, сопровождается звуковой индикацией. Необходимо нажать “STOP” и проверить правильность всех соединений (найти ошибку)
12. Подтвердить нажав “ENTER”, начинается заряд.
13. Нажать на кнопку “PORT”, выбирается следующий порт

### TIP

На экране может быть информация о прошлой зарядке в случае, если при снятии прошлых АКБ с зарядки не была нажата кнопка “STOP” или устройство не перезагружалась.

14. Выполнить аналогичные операции для каждого порта с подключенным АКБ
15. Как только за табло зарядного устройства высветится “END:FINISH” - зарядка завершена. Также будет указана информация о времени зарядки, напряжении и зарядке

## 7.4 VTOL.030.15.000 - Блок камеры Sony A7RIV (Модуль аэрофотосъемки)

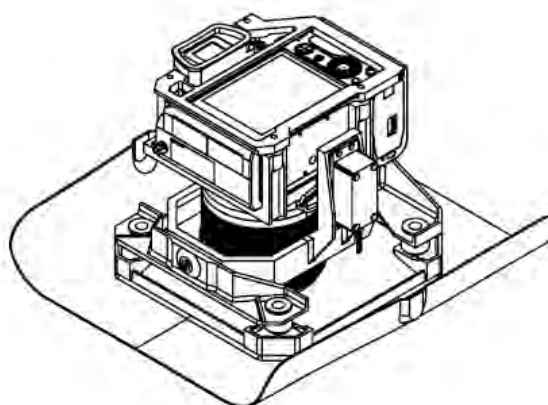


Figure 23: drawing

Модуль используется для производства аэрофотосъемочных, аэросъемочных работ.

### Тактико-технические характеристики

Параметр	Значение
Объектив	Байонетное крепление Байонет E
Количество пикселей (эффективных)	~ 61,0 МП
Количество пикселей (общее)	~ 62,5 МП
Тип матрицы	Полнокадровая (35,7 x 23,8 мм) CMOS-матрица Exmor R на 35 мм
Размер (пикселей) [4:3]	Полный кадр, 35 мм L: 8448 x 6336 (54M)
Формат RAW без сжатия	14bit RAW
Носитель	Карты памяти SD, SDHC, SDXC, microSD, microSDHC, microSDXC
Чувствительность ISO	Фотосъемка: ISO 100–32000
Вес (с аккумулятором и картой памяти)	~ 665 г
Размеры (Ш x В x Г)	~ 128,9 x 96,4 x 77,5 мм, ~ 128,9 x 96,4 x 67,3 мм
Рабочая температура	0–40 °C

## Подготовка к работе

Установка модуля происходит в следующей последовательности:

1. Разместить модуль под центральной частью фюзеляжа так чтобы кнопка включения была направлена по направлению полета
2. Подключить к РАЗЪЕМУ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ соответствующий кабель
3. Поднять модуль до состыковки с фюзеляжем
4. Застегнуть 4 застёжки

## Смещение GNSS антенны относительно самого прибора для постобработки данных

1. При использовании GNSS антенны, установленной на блоке электроники:

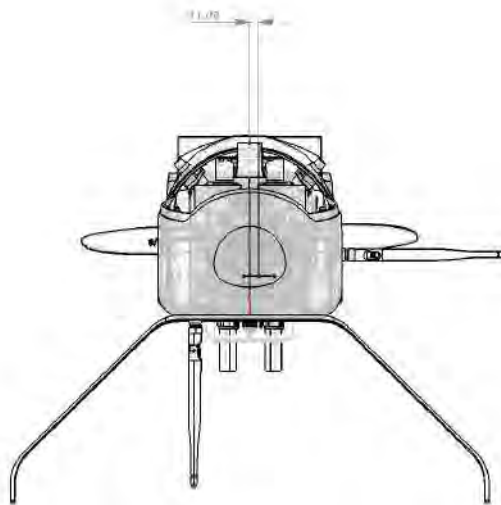


Figure 24: drawing

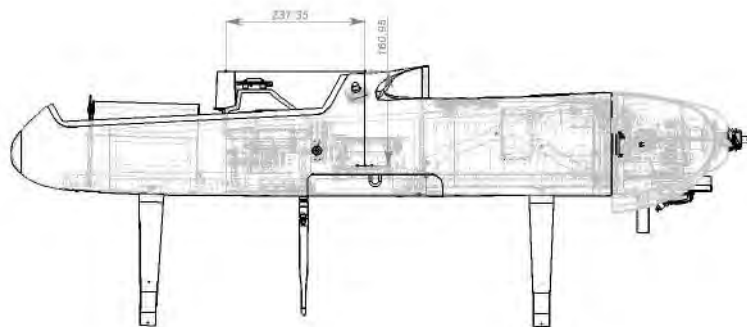


Figure 25: drawing

Ось	Смещение от опорной точки полезной нагрузки, мм
X (Вперед, Forward)	237.35
Y (Вправо, Right)	-11.08
Z (Вниз, Down)	-160.95

2. При использовании ГНСС антенны, установленной на фюзеляже:

Ось	Смещение от опорной точки полезной нагрузки, мм
X (Вперед, Forward)	8.24
Y (Вправо, Right)	-11
Z (Вниз, Down)	-221.72

3. При использовании ГНСС FLYBOX:

Ось	Смещение от опорной точки полезной нагрузки, мм
X (Вперед, Forward)	5.88
Y (Вправо, Right)	-11
Z (Вниз, Down)	-222.41

## 7.5 VTOL.030.16.000 - Блок камеры Sony A6000 (Модуль аэрофотосъемки)

Модуль используется для производства аэрофотосъемочных, аэросъемочных работ.

### Тактико-технические характеристики

Параметр	Значение
Соотношение размеров сторон экрана	3:2
Количество пикселей (эффективных)	~ 24,2 мегапикселя
Количество пикселей (общее)	~ 25,0 мегапикселя
Максимальное разрешение записи видеоролика	3840x2160
Тип матрицы	CMOS-матрица Exmor типа APS-C (23,5 x 15,6 мм)
Формат записи	JPEG , RAW
Размер изображения (пикселей) [3:2]	L — 6000 x 4000 (24 МП), M: 4240 x 2832 (12 МП), S: 3008 x 2000 (6,0 МП)
Режимы качества изображения	RAW, RAW и JPEG, JPEG
Сжатие видео	XAVC S: MPEG-4, AVC/H.264
Носитель	карта памяти SD, SDHC , SDXC , microSD, microSDHC, microSDXC
Оптический Zoom	16 x
Тип затвора	Механический или электронный затвор
Выдержка	от 1/4000 до 30 с

Параметр	Значение
Стабилизация изображения	функция стабилизации изображения поддерживается для объектива
Рабочая температура	0–40 °С
Вес (с аккумулятором и картой памяти)	~ 343 г
Размеры (Ш x В x Г)	~ 115,2 x 64,2 x 44,8 мм

### Подготовка к работе

Установка модуля происходит в следующей последовательности:

1. Разместить модуль под центральной частью фюзеляжа так чтобы кнопка включения была направлена по направлению полета
2. Подключить к РАЗЪЕМУ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ соответствующий кабель
3. Поднять модуль до состыковки с фюзеляжем
4. Застегнуть 4 застёжки

### 7.6 VTOL.030.09.000 - Блок тепловизора SIYI ZT30 (Тепловизионная камера дальнего ИК спектра)



Figure 26: drawing

Трёхосевой подвес с видекамерой SIYI ZT30 с 30-кратным оптическим увеличением (180-кратный гибридный зум) для установки на БПЛА, радиоуправляемые коптеры, вертолёты, а также на беспилотные транспортные средства и роботов.

Камера оснащена зум-камерой, тепловизором, широкоугольной камерой и лазерным дальномером. Это позволяет обнаруживать источники тепла, одновременно измеряя расстояние и получая четкие изображения.

Дальность действия оптического модуля ZT30 составляет 1200 м., а точность измерения — 0.1 м. Точные координаты можно получить в режиме реального времени даже в зонах повышенной опасности.

Используется для производства аэрофотосъемочных, аэросъемочных работ.

### Тактико-технические характеристики

Параметр	Значение
Порт ввода управляющего сигнала	S.BUS UART UDP (Ethernet)
Высокоточная стабилизация по трем осям	рыскание тангаж крен
Рабочее напряжение, В	11-25,2
Потребляемая мощность, Вт	в среднем 9, на высшем уровне 20
Уровень водонепроницаемости	IP4X
Рабочая температура, °С	-10~50
Размеры, мм	134,5 x 140 x 182
Вес, г	870
Хранение видео Битрейт, Мбит/с	15 (кодек H.265)
Формат хранения файлов	FAT32 ExFAT
Формат изображения	JPG
Формат видео	MP4
Поддерживаемые карты MicroSD, Гб	MicroSD Class10, макс. 256 ГБ
Диапазон угловой вибрации, °	+/- 0,01
Контролируемый угол наклона, °	от -90 до +25
Контролируемый угол рыскания	без ограничений
Угол крена, °	от -45 до 45
Размеры, мм	140x140x63
Вес, г	104
Объектив	30-кратный оптический зум (180-кратный гибридный зум)
Фокусное расстояние	от 4,8% до 149 мм (+/-5%)
Датчик изображения	1/2,7", эффективное разрешение 8MP
Диафрагма	от F1,3 до F4,8 (+/-5%)
Угол обзора, ° (Г)	Без зума: 65,4° x 58,1° зум: 2,48° x 2,14°
Запись видео Разрешение	4К (4096x2160)
Разрешение фотографий	4К (4096x2160)
Тепловизионная камера:	640x512
Цифровой зум	2x
Фокусное расстояние, мм	19
Диафрагма	F1.1
Фиксированный фокус	да
Атермализация	да
Диапазон длин волн, мкм	8~14
Точность измерения температуры°С	+/-2 (-20 ~+150) +/-3 (0~550)
Режим измерения температуры	точечное измерения полноэкранный измерение
Широкоугольная камера:	
Датчик изображения	1/2,8 дюйма, эффективное разрешение 4 МП
Эквивалентное фокусное расстояние, мм	21



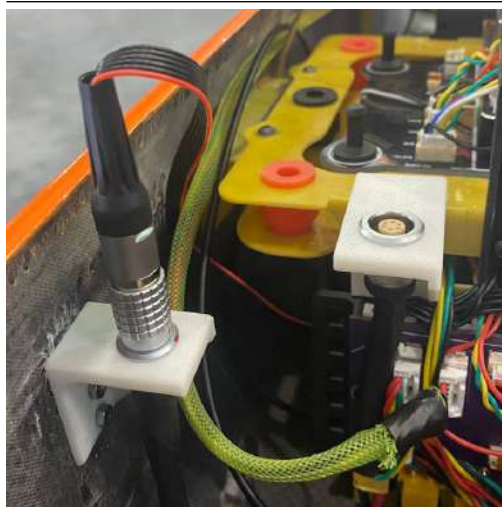
Параметр	Значение
Угол обзора, ° (Г)	Диагональ 93° Горизонтальный 84,5°
Запись видео Разрешение	2К (2560x1440) при 30 кадрах в секунду
Фото Разрешение	2К (2560x1440)
Лазерный дальномер:	
Диапазон, м	5 ~ 1200
Диапазон длин волн, нм	900 ~ 908
Разрешение, м	0,1
Точность дальности	+/- 1 м (3~100 м) +/- 1 +Lx0,25% м, L=длина (100~600 м)
Частота лазерного импульса, Гц	3
Макс. Мощность лазера, мВт	5

### Подготовка к работе

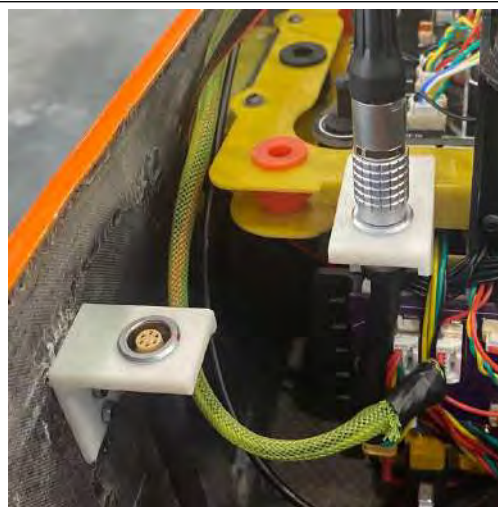
Установка модуля происходит в следующей последовательности:

1. Разместить модуль под центральной частью фюзеляжа так чтобы кнопка включения была направлена по направлению полета
2. Подключить к РАЗЪЕМУ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ соответствующий кабель
3. Поднять модуль до состыковки с фюзеляжем
4. Застегнуть 4 застёжки
5. Переключить разъем передачи данных с FPV камеры на полезную нагрузку

Положение для FPV камеры



Положение для ПН



## 7.7 VTOL.030.13.000 - Блок камеры A40TR PRO (Тепловизионная камера дальнего ИК спектра)



Figure 27: drawing

Трёхосевой подвес с видеокамерой SIYI ZT30 с 30-кратным оптическим увеличением (180-кратный гибридный зум) для установки на БПЛА, радиоуправляемые коптеры, вертолёты, а также на беспилотные транспортные средства и роботов.

Камера оснащена зум-камерой, тепловизором, широкоугольной камерой и лазерным дальномером. Это позволяет обнаруживать источники тепла, одновременно измеряя расстояние и получая четкие изображения.

Дальность действия оптического модуля ZT30 составляет 1200 м., а точность измерения — 0.1 м. Точные координаты можно получить в режиме реального времени даже в зонах повышенной опасности.

Используется для производства аэрофотосъемочных, аэросъемочных работ.

### Тактико-технические характеристики

Параметр	Значение
Динамический ток	1200~2500мА при 16В
Температура рабочей среды.	-20°C ~ +60°C
Локальное хранилище	SD-карта (до 128 ГБ, класс 10, формат FAT32 или ex FAT)
Формат хранения фотографий	JPEG (1920*1080)
Формат хранения видео	MP4 (1080P 30 кадров в секунду)
Сетевой считыватель	HTTP-чтение
Метод контроля	PWM / S.BUS / TTL / TCP / UDP
Механический диапазон	Тангаж/Наклон: -60°~130°, Крен: ±40°, Рыскание/Панорамирование: ±300° / ±360°*N (версия с выходом IP)

Параметр	Значение
Диапазон контролируемых значений	Тангаж/Наклон: -45°~90°, рыскание/панорамирование: ±290° / ±360°*N (версия с выходом IP)
Угол вибрации	Тангаж/Крен/Рыскание: ±0,02°
Параметры камеры	
Сенсор	1/2,8" Sony
Эффективный пиксель	5.13 МП
Линза	Оптический зум: 40x f = 4,25 мм (широкоугольный), 170 мм (телеобъектив) F1.6 to F4.95
Цифровой зум	32x
Угол обзора (H)	66,35°(широкоугольный) ~ 1,9°(теле)
Мин. расстояние до объекта	0,1 / 1,5 / 3,0 / 5,0 / 10,0 м
Фокус	Автоматический / Автофокус одним щелчком / Ручной
Баланс белого	Авто / В помещении / На улице / Одна кнопка / Ручной
Скорость затвора	1/1 до 1/30,000 с.ш.
Контроль экспозиции	Автоматический / Ручной / Приоритетный режим (Приоритет выдержки / Приоритет диафрагмы)
Система синхронизации	Внутренний
Параметры ИК-тепловизора	
Длина фокуса	19мм
Горизонтальное поле зрения	22,9°
Вертикальное поле зрения	18,4°
Диагональное поле зрения	29.0°
Режим работы	Неохлаждаемый длинноволновый (8мкм~14мкм) тепловизор
Детектор пикселя	640*512
Размер пикселя	12 мкм
Метод фокусировки	Атермальный объектив с фиксированным фокусным расстоянием
Цветовая палитра	Белый горячий, черный горячий, псевдоцвет
Цифровой зум	1x ~ 8x
Синхронизировать правильное время	Да
Параметры отслеживания объектов EO/IR-камерой	
Скорость обновления пикселя отклонения	30 Гц
Задержка вывода пикселя отклонения	<30мс
Минимальный контраст объекта	5%
SNR	4
Минимальный размер объекта	16*16 пикселей
Максимальный размер объекта	256*256 пикселей
Скорость отслеживания	48 пикселей/кадр
Время запоминания объекта	100 кадров
Связь с отслеживанием ИИ	Да
Параметры лазерного дальномера	

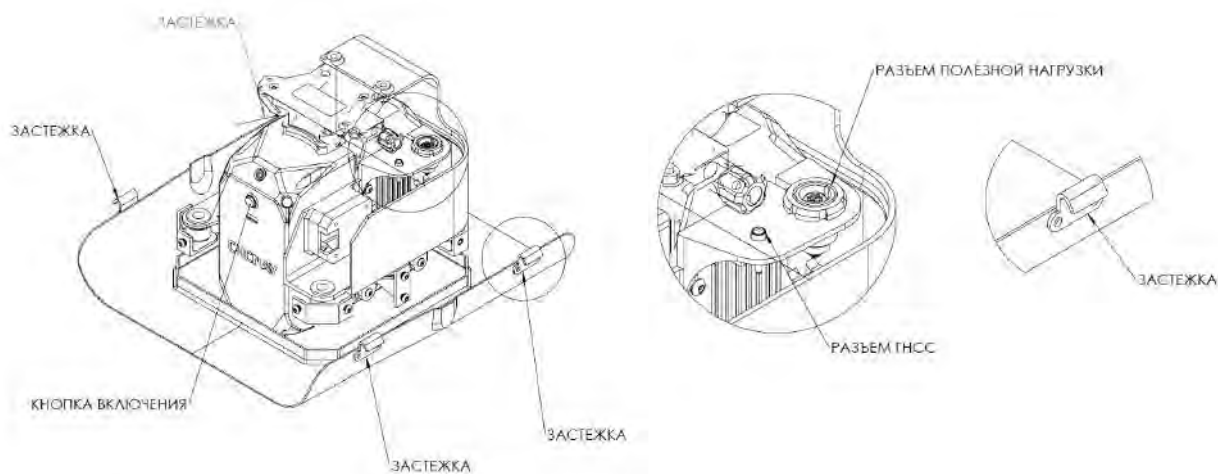
Параметр	Значение
Эффективная дальность	Для транспортного средства $\approx 3000\text{м}$ Для человека $\approx 2000\text{м}$
Минимальный диапазон измерения	15м
Точность дальности	$\pm 1\text{м}$
Диапазон частот	1~10 Гц
Длина волны	$1535\pm 5\text{ нм}$
Угол расхождения	$\sim 0,6\text{ мрад}$
Вес	1136 г (версия с окном просмотра)
Размеры	134,2125210,4 мм (версия с окном просмотра)

## Подготовка к работе

Установка модуля происходит в следующей последовательности:

1. Разместить модуль под центральной частью фюзеляжа так чтобы кнопка включения была направлена по направлению полета
2. Подключить к РАЗЪЕМУ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ соответствующий кабель
3. Поднять модуль до состыковки с фюзеляжем
4. Застегнуть 4 застёжки
5. Переключить разъем передачи данных с FPV камеры на полезную нагрузку

## 7.8 VTOL.030.12.000 - Блок лидара AlphaAir 450 (Модуль лидарного сканирования)



Для производства лесоавиационных, аграрноавиационных работ. Лидар Avia LiDAR Sensor-LIVOX

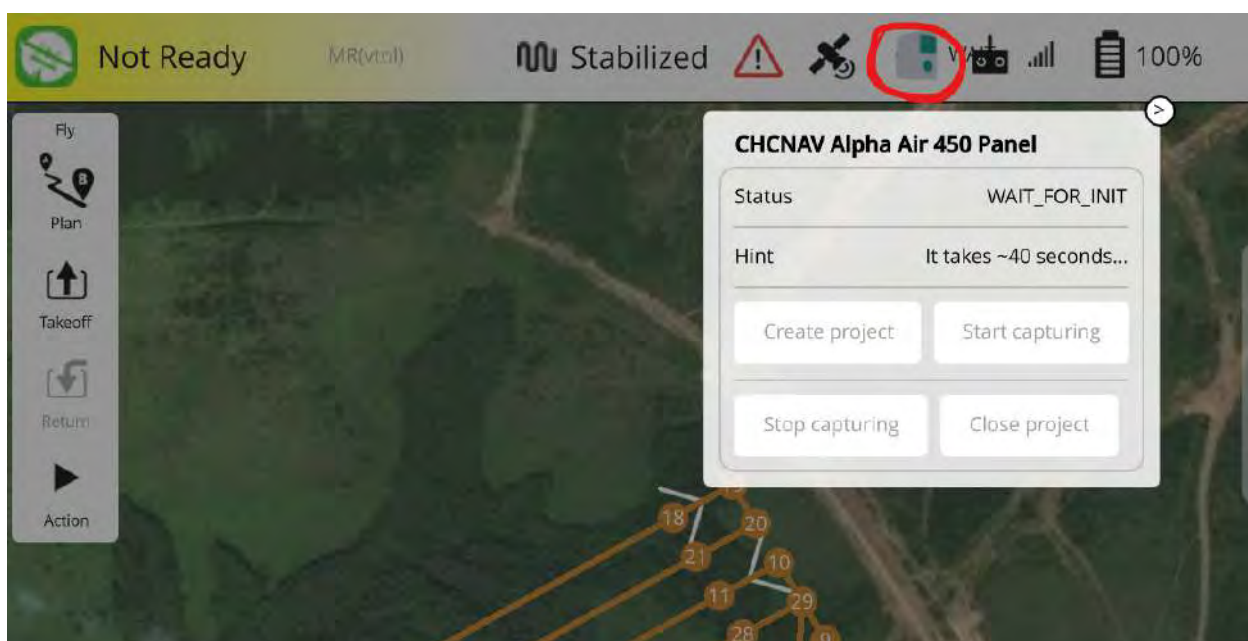
### Тактико-технические характеристики

Параметр	Значение
СКП абсолютная в плане	<10 см
СКП абсолютная по высоте	<5 см
Условия достижения указанной погрешности	Без использования контрольных точек, высота полёта 50 м
Площадь съёмки	до 10 кв км в час при полете на высоте 120м при ср. плотности 30 точек на кв.м
Крепления	Интегрированное быстросъёмное крепление для Innovtol-3s
Масса, кг	1.15 (с креплением)
Размеры, см	13.6 × 12.8 × 7.7
Диапазон ISO	200-3200
Точность ориентации ° крен/тангаж, СКП	0.01
Точность ориентации ° курс, СКП	0.04
Скорость работы IMU, Гц	500
Количество сканеров	1
Тип сканера	Livox Avia
Поле зрения	70.4° (перпендикулярно) × 4.5° (параллельно)
Класс лазера	1 (в соответствии с IEC 60825-1:2014)
Шум, мм	20-30 (при использовании алгоритма уменьшения шума в CoPre)
Количество отражений	до 3
Скорость сканирования, точек в секунду	240 000 тчк/сек при одинарном отражении, 480 000 тчк/сек при двойном отражении, 720 000 тчк/сек при тройном отражении
Рекомендованная дальность съёмки, м	80-120м
Максимальная дальность, м (отражательная способность > 80%)	450
Максимальная дальность (p>20%), м	190
ГНСС-плата	Трёхчастотная, ГЛОНАСС, GPS, BeiDou, Galileo, 5 Гц
СКП определения местоположения без потери сигнала ГНСС	1 см в плане, 2 см по высоте; 0.01° - крен/тангаж, 0.04° - курс
Управление системой	Одной кнопкой, либо ПО для Android, либо с пульта DJI через ПО PILOT
Тип фотокамеры	CHCNAV, встроенная, калиброванная со сканером, угол поля зрения - 70°
Количество кадров, fps	30
Разрешение фотокамеры	6252 x 4168
Эффективные пиксели фотокамеры	26 МП
Порты	1× порт для подключения ГНСС-антенны; 1 x порт AlphaPort; 1× USB Type-C, скорость копирования до 160 Мб/с
Память	256 Гб
Транспортировочный контейнер	1 x жесткий кейс
Рабочая температура	от - 20 °С до + 50 °С
Температура хранения	от - 20 °С до + 50 °С

Параметр	Значение
Класс пыли-влаги защиты	IP64
Ресурс затвора, тыс. срабатываний	200
Влажность (рабочая)	80% без конденсации
Тип питания	При установке на БПЛА - зависит от питания на БПЛА
Входное напряжение	12 - 27 В
Энергопотребление	25 Вт при напряжении 24 В

## Подготовка к работе

При подключении лидара в верхней части меню интерфейса НПУ появляется виджет, в меню этого виджета производится вся работа с лидаром.



Виджет состоит из:

1. Название подключенного лидара (CHCNAV Alpha Air 450)
2. Статус **Status** - состояние лидара
3. Подсказка **Hint** - описание состояния лидара
4. Кнопки управления:
  - Create project
  - Start capturing
  - Stop capturing
  - Close project
5. В процессе работы ниже под кнопками появляется сервисная информация о работе лидара.

## Установка модуля

Установка модуля происходит в следующей последовательности:

- 
1. Разместить модуль под центральной частью фюзеляжа так чтобы кнопка включения была направлена по направлению полета
  2. Подключить к РАЗЪЕМУ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ соответствующий кабель
  3. Подключить к РАЗЪЕМУ ГНСС соответствующий кабель
  4. Поднять модуль до состыковки с фюзеляжем
  5. Застегнуть 4 застежки

### **Настройка системы управления**

Для корректной работы с модулем необходимо настроить следующие параметры системы управления:

1. Убедиться что во всех параметрах MAV\_ не установлен канал TELEM2
2. Установить SENS\_EN\_CAA = TELEM2
3. Перезагрузить САУ

### **Инструкция по использованию**

После прохождения предполетной подготовки, включения БАС и задания полетной миссии необходимо включить лидар и откалибровать и запустить съемку:

1. Нажать кнопку включения лидара, зажать на несколько секунд, дождаться звукового сигнала (доступ к затруднен и производится через открытую крышку фюзеляжа)
2. Дождаться состояния INITED и нажать кнопку **Create project** в виджете
3. Дождаться создания проекта, при этом лидар производит калибровку в течении 3х минут, в это время запрещается перемещать или производить какие-либо манипуляции с БАС на пусковом столе
4. По завершении калибровки станет доступна кнопка **Start capturing**, а статус изменится на OPEN. Нажать кнопку **Start capturing**, статус изменится на CAPTURING
5. Скрыть виджет и перейти к выполнению полетного задания
6. По окончании полетного задания и успешной посадке открыть виджет и нажать кнопку **Stop capturing**, начнется повторная калибровка (занимает около 3х минут), статус изменится на STOPPED
7. По завершении калибровки будет доступна кнопка **Close project**, нажать ее
8. Дождаться закрытия проекта, состояние станет CLOSED

В процессе работы лидар будет последовательно менять свое состояние:

1. OFFLINE - Лидар выключен или еще не начал отправлять свое состояние. После включения лидару требуется не более 1 минуты, чтобы перейти в следующее состояние.
2. WAIT\_FOR\_INIT - Ожидание инициализации. Лидар включен, но еще не готов к работе. (code = 1) Требуется около 40 секунд, чтобы перейти в следующее состояние.
3. INITED - Лидар инициализировался. Пользователь может открыть (создать) проект. (code = 0)
4. WAIT\_FOR\_OPENING - Ожидание открытия проекта (code = 257 или 5121) Требуется около 3 минут, чтобы перейти в следующее состояние.
5. OPEN - Проект открыт. Пользователь может начать запись. (code = 5120)
6. WAIT\_FOR\_CAPTURING - Ожидание начала записи данных. (code = 513) Требуется несколько секунд

- 
- ожидания.
7. CAPTURING - Лидар осуществляет запись данных. Пользователь может остановить ее в любой момент. (code = 512)
  8. WAIT\_FOR\_STOPPING - Ожидания завершения записи. (code = 769 или 5377) Требуется около 3 минут, чтобы перейти в следующее состояние.
  9. STOPPED - Лидар закончил запись. Пользователь может закрыть проект (code = 5376)
  10. WAIT\_FOR\_CLOSING - Ожидание закрытия проекта. (code = 1025) Требуется несколько секунд ожидания.
  11. CLOSED - Лидар закрыл проект. Пользователь может завершить работу или открыть новый проект. (code = 5632)

### **Смещение GNSS антенны относительно самого прибора для постобработки данных**

Для корректной обработки данных лидарной съемки необходимо задать смещение антенны ГНСС относительно самого прибора. На рисунках показано смещение антенн относительно используемых приборов.

1. Сканер лазерный аэросъёмочный AlphaAir 450 AlphaportM

1.1 При использовании ГНСС антенны, установленной на блоке электроники:

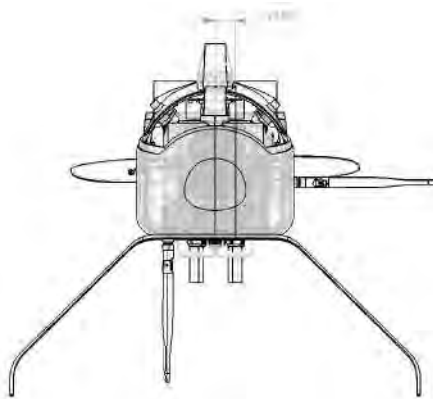


Figure 28: drawing



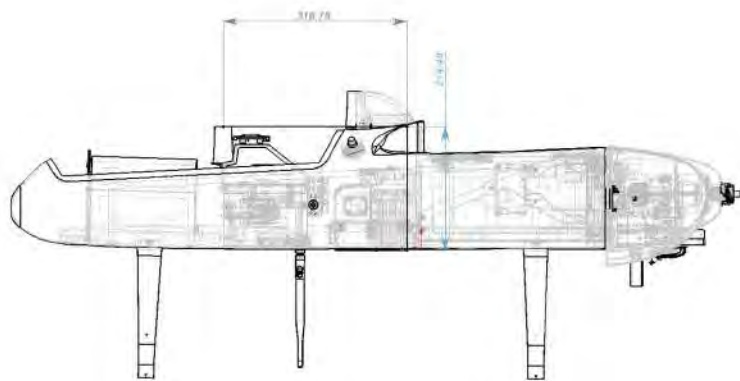


Figure 29: drawing

Ось	Смещение от опорной точки полезной нагрузки, мм
X (Вперед, Forward)	316.76
Y (Вправо, Right)	-28.88
Z (Вниз, Down)	-214.49

1.2 При использовании ГНСС антенны, установленной на фюзеляже:

Ось	Смещение от опорной точки полезной нагрузки, мм
X (Вперед, Forward)	87.65
Y (Вправо, Right)	-28.8
Z (Вниз, Down)	-275.25

## 7.9 VTOL.030.01.000 - Транспортировочный контейнер

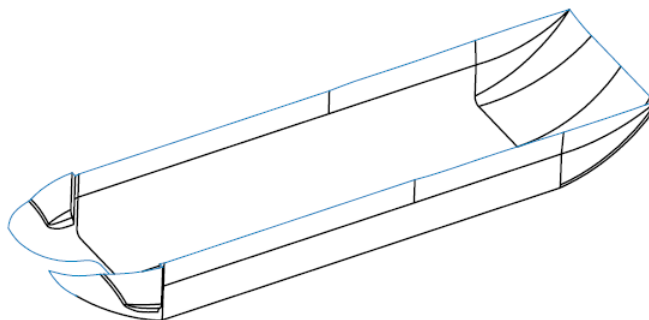


Figure 30: drawing

**Тактико-технические характеристики**

---

Параметр	Значение
Габариты	222 x 884 x 97 мм
Максимально допустимы вес груза	5 кг

### Подготовка к работе

Установка модуля происходит в следующей последовательности:

1. Разместить модуль под центральной частью фюзеляжа так чтобы кнопка включения была направлена по направлению полета
2. Подключить к РАЗЪЕМУ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ соответствующий кабель
3. Поднять модуль до состыковки с фюзеляжем
4. Застегнуть 4 застёжки

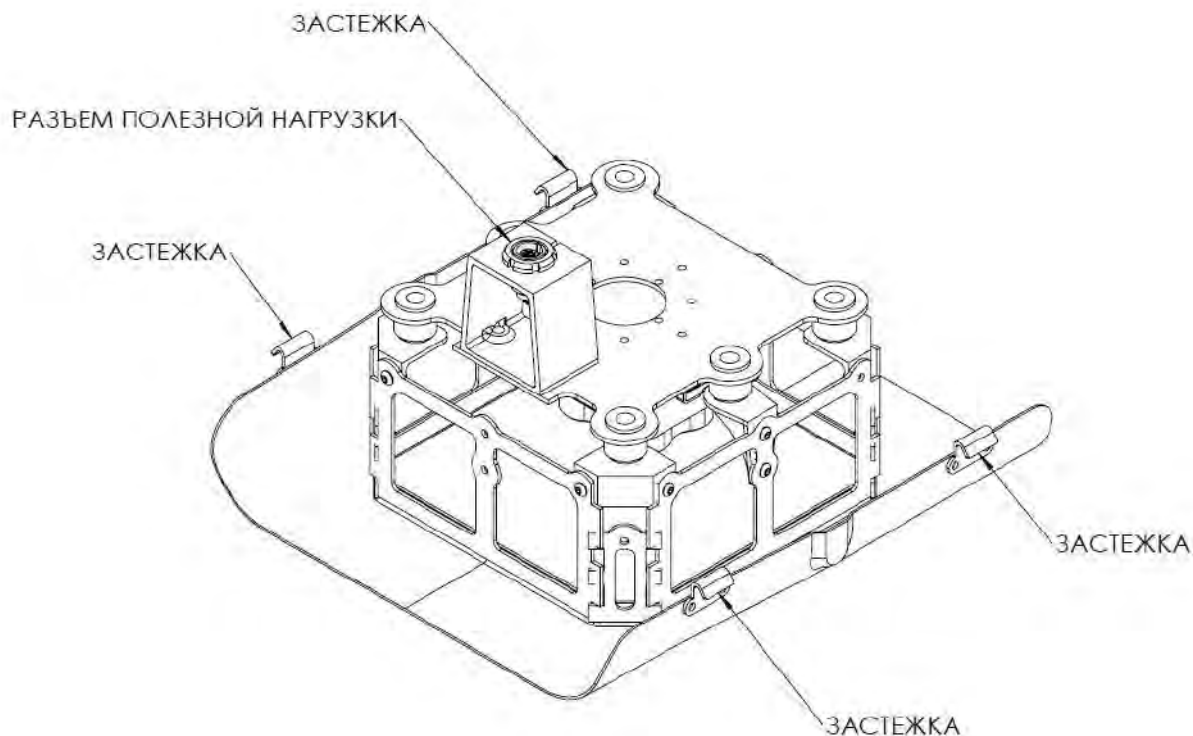
### Обслуживание

Нет обслуживания для этого модуля.

## 7.10 VTOL.030.14.000 - Блок мультиспектральной камеры

Подробна документация на мультиспектральный модуль предоставлена разработчиков, с ней можно ознакомиться по ссылке: <https://support.micasense.com/hc/en-us/articles/4410824602903-RedEdge-P-Integration-Guide>

При подключении к мультиспектральной камере по wi-fi нужно открыть страницу: <http://192.168.10.254/#/status>



## Тактико-технические характеристики

### Подготовка к работе

#### Установка модуля

Установка модуля происходит в следующей последовательности:

1. Разместить модуль под центральной частью фюзеляжа так чтобы кнопка включения была направлена по направлению полета
2. Подключить к РАЗЪЕМУ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ соответствующий кабель
3. Подключить к РАЗЪЕМУ DLS соответствующий кабель
4. Поднять модуль до состыковки с фюзеляжем
5. Застегнуть 4 застёжки

#### Погодные условия

При выполнении работ по мультиспектральной съемке, идеальной погодой считается сплошная облачность, чтобы избежать резких теней и засветов на фотографиях. Безоблачное ясное небо - менее подходящий вариант, так как при выполнении работ, например, в горной местности часть снимков будет в тенистой части гор, что приведет к ухудшению информативности мультиспектральных данных, но такая погода считается приемлемой. По возможности, стоит отказаться от полетов при сильной рваной облачности с большим количеством солнечных просветов. Для обеспечения наилучшего качества материалов съемка должна выполняться в дневное время суток.

## Перед включением питания

### 1) Проверить, что линзы на фотокамерах чистые.

- 2) Проверить, что датчик освещённости чистый.
- 3) Установить SD-карту (по умолчанию: 32GB SanDisk Extreme). Карточки больше 32Gb нужно форматировать в FAT32 (можно сделать в веб-интерфейсе камеры).

## Настройка модуля

### 1) Включить борт.

- 2) Подождать 15 с. пока запускается камера.
- 3) Проверить, что светодиодный индикатор моргает зеленым цветом с частотой 1 раз в секунду. В противном случае проверить SD-карту. Светодиодный индикатор на датчике освещенности дублирует светодиод на камере.
- 4) Подключиться к камере по wi-fi. Сеть: «rededgeRMXXX-XX». Пароль: micasense.
- 5) Открыть в браузере страницу <http://192.168.10.254/#/status>
- 6) Открыть закладку



Figure 31: drawing

- 7) Убедиться, что строка «Storage» зелёная и карта памяти пуста. В противном случае переустановить и очистить sd-карту. Переустановка карты осуществляется с переключением питания.
- 8) Возможно произвести очистку карты памяти через web-интерфейс в разделе Settings – Storage and Firmware выбрать пункт Reformat Storage.



Figure 32: drawing

- 9) Убедиться, что строка «DLS Status» зелёная. Эта строка говорит о связи с датчиком освещённости. Если она красная, то необходимо обесточить БВС и проверить соединяющий их кабель.
- 10) Зайти на вкладку Live View.
- 11) Установить галочку «Streaming». На странице должны появиться изображения с пяти камер. Частота обновления два раза в секунду. Необходимо убедиться, что есть изображения со всех камер.

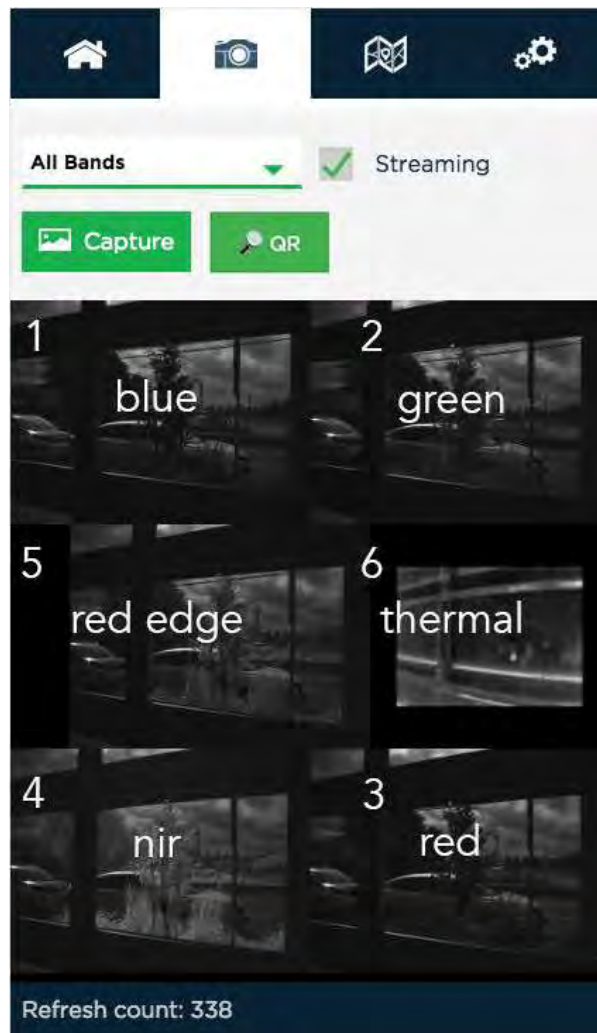


Figure 33: drawing

- 12) Убрать галочку «Streaming».
- 13) Открыть вкладку Settings.

- 14) Убедиться, что в строке Auto-Capture Mode установлено значение Ext. Trigger.
- 15) Убедиться, что в строке Ext Trigger Mode установлено значение Rising Edge.

### Цветовая индикация

Цвет LED-индикатора блока камеры отражает состояние устройства. Индикатор DLS- блока дублирует состояние индикатора блока камеры. Значение индикации представлено в таблице:

цвет светодиода индикатора	поведение	О чем говорит
Зеленый	1 вспышка светодиода индикатора	Датчик готов к работе. GPS подключен, есть решение ГЛОНАСС и на карте свободное место превышает 2 Гб
Синий	1 вспышка светодиода индикатора	Съемок сделан
Желтый	2 вспышки светодиода индикатора	GPS подключен, но фикс решения нет
Красный	3 вспышки светодиода индикатора	Таймаут GPS
Красный	4 вспышки светодиода индикатора	Нет карты памяти
Красный	5 вспышек светодиода индикатора	Карта памяти заполнена

Figure 34: drawing

### Калибровка магнитометра

- 1) Для прохождения калибровки магнитометра вам понадобится компас.
- 2) Для наилучшего результата калибровки необходимо находиться вдали от металлических конструкций и зданий.
- 3) Из меню настроек необходимо выбрать DLS Configuration.
- 4) “Нажать кнопку Calibrate DLS Mag” – это запустит процесс калибровки магнитометра.
- 5) Следуйте инструкции.
- 6) Рекомендуется сохранять горизонтальное положение борта/датчика на каждом шаге калибровки. Обратите внимание на черную точку – это «уровень».



Figure 35: drawing

По завершении калибровки магнитометра необходимо проверить его работу и показания. Зайдя

на главную страницу, обратите внимание на

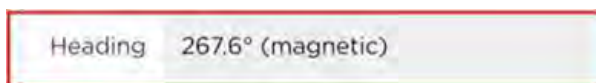


Figure 36: drawing

это магнитный курс. Разница между реальным магнитным курсом и отображаемым на странице не должна быть более  $\pm 5^\circ$ . Перед выполнением полетного задания и после приземления БВС необходимо сделать тестовый снимок калибровочной таблицы (идет в комплекте с мультиспектральной камерой)

### Подготовка к полёту

Перед выполнением полётного задания сначала необходимо выполнить её настройку (см. раздел Настройка камеры Red-Edge), после чего: 1) Подключиться к камере Red-Edge по wi-fi 2) Открыть в браузере страницу <http://192.168.10.254/#/status> 3) Зайти на вкладку Live View 4) Включить режим предποказа путём установки галочки «Streaming». 5) Разместить калибровочную панель на земле под БВС. 6) Убедиться, что калибровочная панель занимает примерно 50% площади снимка. 7) Убедиться, что калибровочная панель и датчик имеют одинаковую освещенность, на них не падает тень. 8) Сделать тестовый снимок калибровочной таблицы. 9) Выключить живое видео, сняв галочку «Streaming».

## 7.11 Смещение GNSS антенны относительно самого прибора для постобработки данных иных датчиков

Для корректной обработки данных лидарной съемки необходимо задать смещение антенны ГНСС относительно самого прибора. На рисунках показано смещение антенн относительно используемых приборов.

### 2. Система мобильного сканирования АГМ-МСЗ

#### 2.1 При использовании ГНСС антенны, установленной на блоке электроники:

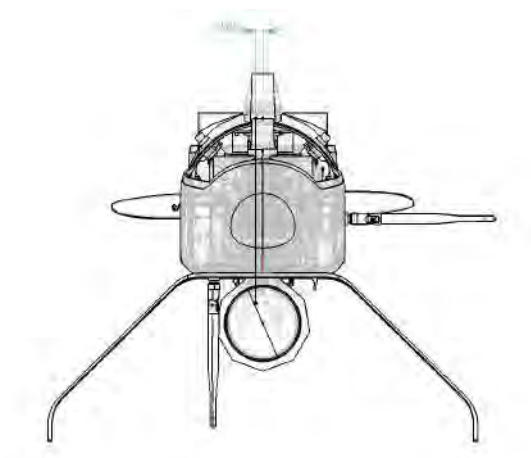


Figure 37: drawing

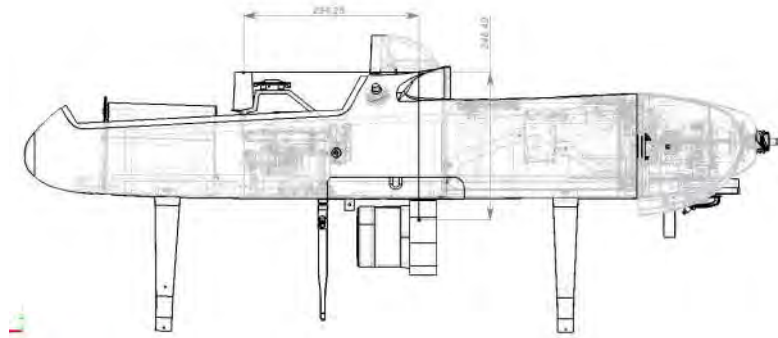


Figure 38: drawing

Ось	Смещение от опорной точки полезной нагрузки, мм
X (Вперед, Forward)	294.25
Y (Вправо, Right)	9.32
Z (Вниз, Down)	-248.49

2.2 При использовании ГНСС антенны, установленной на фюзеляже:

Ось	Смещение от опорной точки полезной нагрузки, мм
X (Вперед, Forward)	65.14
Y (Вправо, Right)	9.4
Z (Вниз, Down)	-309.25

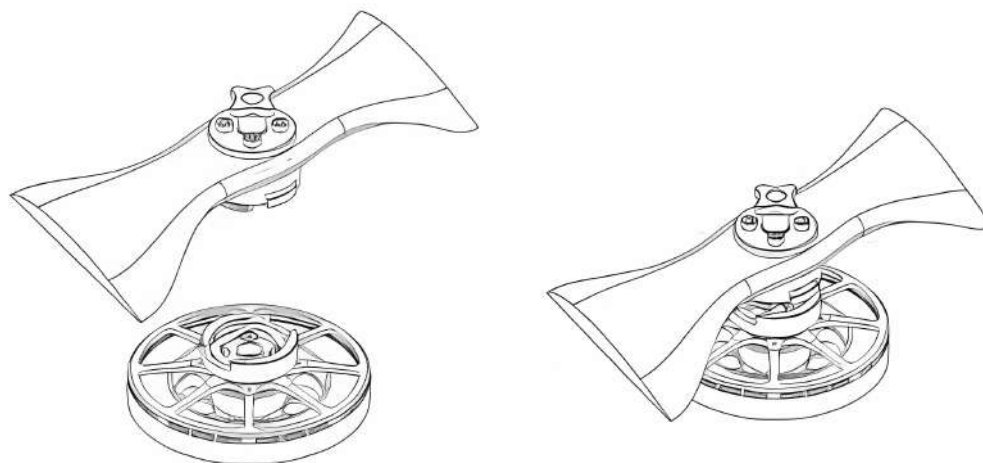
## 7.12 Установка пропеллеров

Соединить с усилием части быстросъемного адаптера и повернуть 90 градусов до появления характерного щелчка

### WARNING

Убедитесь в правильной установке адаптеров, соответствующих левому и правому вращению



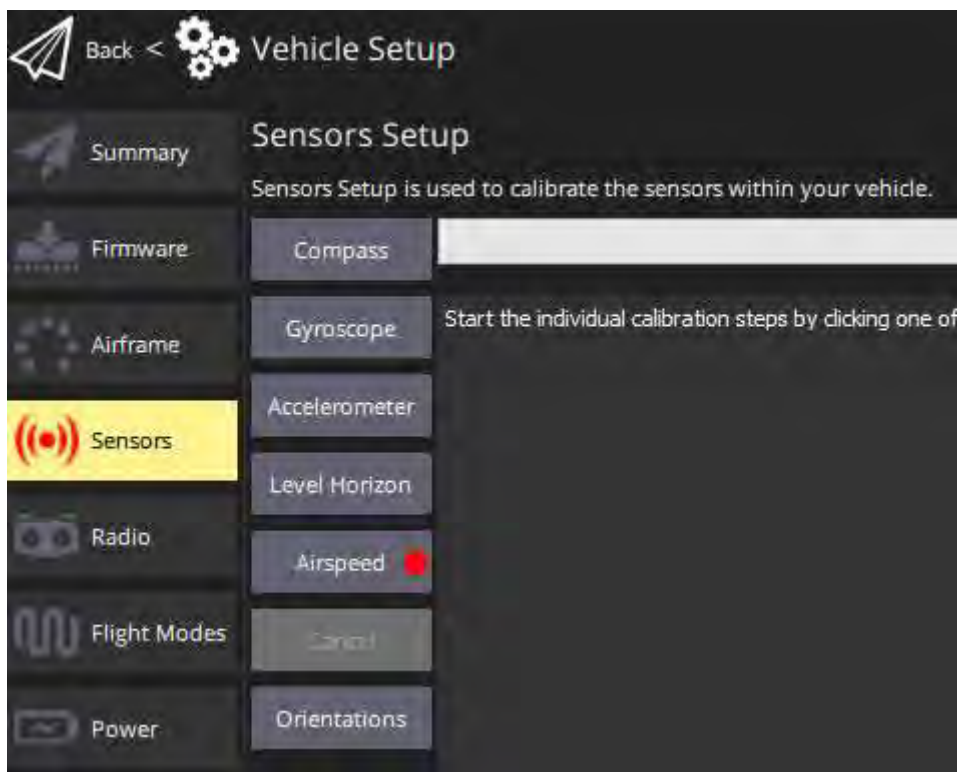


### 7.13 Калибровка датчиков

Раздел «Калибровка датчиков» позволяет настроить и откалибровать компас, гироскоп, акселерометр и датчик воздушной скорости.

Доступные датчики отображаются в виде списка кнопок рядом с боковой панелью. Датчики, отмеченные зеленым, уже откалиброваны, а датчики, отмеченные красным, требуют калибровки перед полетом.

Нажмите кнопку для каждого датчика, чтобы начать последовательность его калибровки.



## 1. Компас

Шаги калибровки:

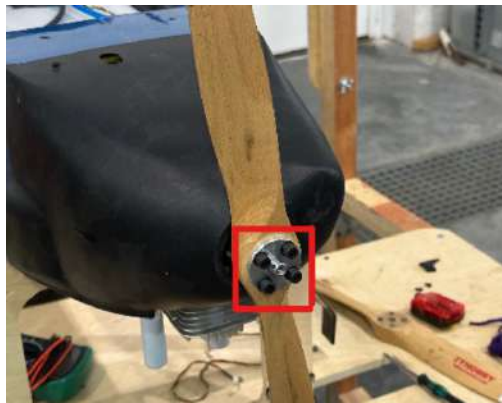
1. Нажмите кнопку датчика компаса
2. Нажмите ОК, чтобы начать калибровку.
3. Поместите аппарат в любую из ориентаций, показанных красным (незавершенные), и держите его неподвижно. После запроса (изображение ориентации становится желтым) поверните БВС вокруг указанной оси в одном или обоих направлениях. После завершения калибровки в этой ориентации соответствующее изображение на экране станет зеленым.
4. Повторите процесс калибровки для всех ориентаций аппарата.

После того, как вы повернули VTOL во всех положениях, QGroundControl отобразит «Калибровка завершена» (все изображения ориентации будут отображаться зеленым цветом, а индикатор выполнения полностью заполнится). Затем вы можете перейти к следующему датчику.

## 7.14 Замена блока ДВС

### Демонтаж блока ДВС

1. Открутить 4 винта М5 на пропеллере
2. Снять пропеллер



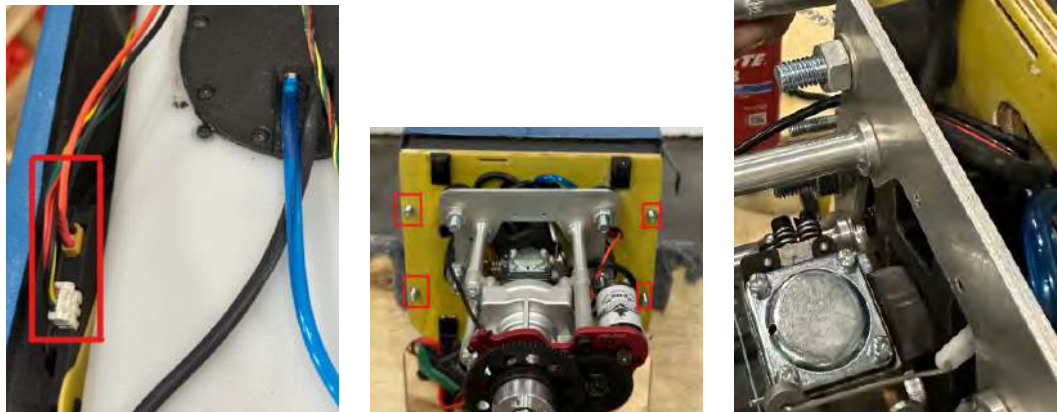
3. Открутить 4 винта М3 на капоте (2 сверху, 2 снизу)

4. Снять капот

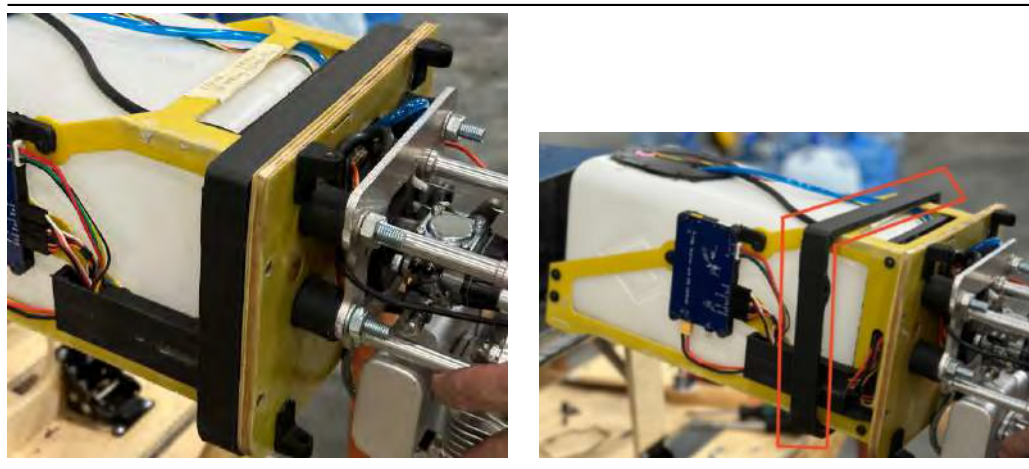


5. Отсоединить разъем провода CAN и разъем питания стартера.

6. ДВС закреплен к фюзеляжу 4 шпильками. Необходимо открутить 4 самоконтрящиеся гайки и снять шайбы.

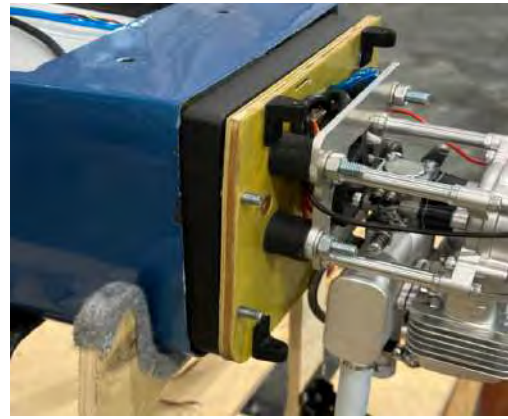
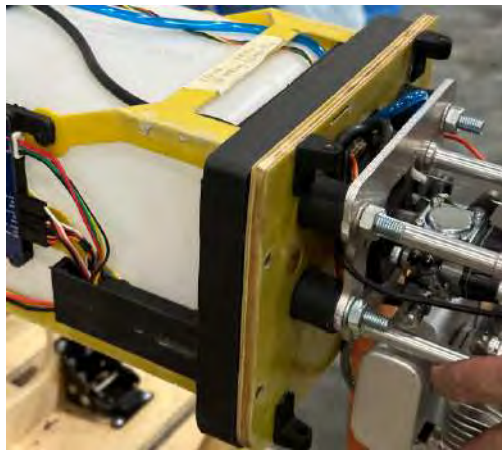


7. Вытянуть блок ДВС из фюзеляжа
8. Отсоединить проставку между фюзеляжем и ДВС

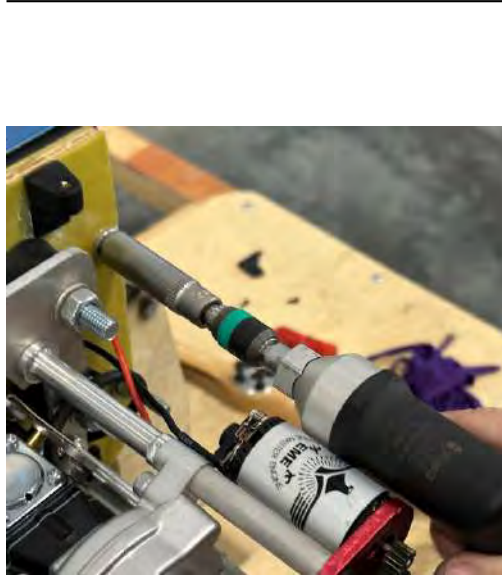


### Установка блока ДВС

1. Установить проставку на блок ДВС
2. Установить блок ДВС с проставкой в фюзеляж.



3. Надеть шайбы и закрутить 4 гайки М6 (необходимо закручивать динамометрическим ключом с моментом 3,5Нм).



4. Присоединить разъем провода CAN и разъем питания стартера.
5. Установить капот на 4 винта М3 (2 сверху, 2 снизу)
6. Установить пропеллер на 4 винта М5.

### Замена стартера ДВС

1. Открутить 2 винта на стартере.
2. Отсоединяем 2 контакта питания стартера.
3. Установить стартер с помощью двух винтов на блок ДВС, предварительно смазав винты фиксатором резьбы.
4. Присоединить 2 контакта питания стартера. Внимание, если при работе стартера воздушный винт стоит на месте, значит перепутаны контакты. Необходимо поменять местами “+” и “-”.

---

## 8. Гарантийные обязательства

1. Поставщик гарантирует, что любой элемент Товара не должен иметь дефектов материала, изготовления или сборки при условии правильной эксплуатации и своевременного планового Технического обслуживания Товара на заводе – изготовителе.
2. Гарантийный срок на поставляемый Товар составляет:
  1. При условии прохождения технического обслуживания в сервисном центре изготовителя по адресу: г. Иннополис, Квартал Энергоцентр, 1а, по истечении 12 месяцев или совершения 60 полетов БАС, в зависимости от того, что наступит ранее (то есть недопущении использования Товара по истечении 12 месяцев или совершении 60 полетов БАС без сервисного обслуживания);
  2. 12 месяцев с момента его передачи Покупателю или 60 полетов БАС, в зависимости от того, что наступит раньше, если при наступлении указанных обстоятельств Товар не пройдет технического обслуживания в сервисном центре изготовителя по адресу: г. Иннополис, Квартал Энергоцентр, 1а (то есть использование Товара по истечении 12 месяцев или совершении 60 полетов БАС без сервисного обслуживания прекращает действие гарантийных обязательств).
3. Поставщик отвечает по гарантийным обязательствам только перед Покупателем.
4. Гарантия распространяется на дефекты, возникшие в результате производственных ошибок или недостатков материалов.
5. Гарантийное обслуживание предоставляется исключительно на комплектующие, перечисленные ниже:

№	Наименование
1	VTOL.002.00.000 СБ - Центроплан
2	VTOL.001.00.000 СБ - Фюзеляж
3	VTOL.004.01.000 СБ - Левая консоль
4	VTOL.001.01.000 СБ - Крышка фюзеляжа
5	VTOL.005.00.000 СБ - Стабилизатор
6	VTOL.003.01.000 СБ - Левая балка
7	VTOL.003.04.000 СБ - Правая балка
8	VTOL.004.03.000 СБ - Правая консоль
9	VTOL.005.01.000 СБ - Руль высоты
10	VTOL.001.27.000 СБ - Система электроснабжения
11	VTOL.001.28.000 СБ - Блок вторичных источников питания
12	VTOL.001.29.000 СБ - Блок связи
13	VTOL.900.50.004 - Подъемные моторы
14	VTOL.900.02.001 - ДВС
15	VTOL.900.50.014 - Сервоприводы
16	VTOL.900.60.013 - Плата стартера
17	VTOL.900.60.001 - БАНО
18	VTOL.900.60.005 - Плата управления нагрузкой
19	VTOL.900.50.001 - Автопилот
20	VTOL.900.60.010 - Дальномер
21	VTOL.900.50.005 - Регуляторы оборотов

- 
6. Гарантия не распространяется на расходные материалы, входящие в комплект ЗИП, а также на механические повреждения, не влияющие на работоспособность Товара в целом.
  7. Гарантийное обслуживание не включает замену расходных материалов, таких как аккумуляторы, пропеллеры, ДВС и другие детали, которые подвергаются естественному износу.
  8. Гарантийное обслуживание не предоставляется, если БАС был поврежден в результате аварии или столкновения.
  9. Гарантийное обслуживание не предоставляется, если БАС был изменен или модифицирован без согласования с производителем.
  10. Гарантия не распространяется на повреждения, вызванные неправильной эксплуатацией, несоблюдением Руководства по эксплуатации InnoVTOL-3, а также на повреждения, вызванные стихийными бедствиями, пожарами и другими внешними факторами.
  11. Поставщик не отвечает за недостатки Товара, вызванные:
    1. нарушением Покупателем правил эксплуатации, транспортировки и хранения Товара;
    2. самостоятельным ремонтом Товара или внесением не согласованных с Поставщиком изменений в конструкцию;
    3. нарушением требований и/или рекомендаций, изложенных в соответствующих разделах Руководства по эксплуатации InnoVTOL-3;
    4. естественным износом или старением любых элементов Товара;
    5. действиями непреодолимой силы.
  12. Обязательными условиями реализации Покупателем прав на гарантийное обслуживание (устранение Поставщиком за свой счет неисправностей Товара, возникших в течение гарантийного срока по вине Поставщика, т.е. при соблюдении Покупателем условий эксплуатации) являются:
    - 12.1. доставка Покупателем своими силами в соответствии с правилами транспортировки Товара в оригинальной упаковке в комплектации, согласованной с Поставщиком, по месту изготовления, если Поставщиком не будет принято решение об устранении неисправностей по месту эксплуатации Товара, при этом Поставщик оплачивает расходы по транспортировке Товара (грузобагажом);
    - 12.2. сохранение и предоставление автоматически записываемых в процессе эксплуатации данных, в том числе данных с флэш карты автопилота (файлы с разрешением \*.ulg, записанные в процессе полета, во время которого произошло событие, повлекшее гарантийные обязательства);
    - 12.3. предоставление описания неисправности, действий, предшествующих ее возникновению, и предоставление фотографий и видеозаписи, идентифицирующих неисправность;
    - 12.4. предоставление письменного отчета о неисправностях Товара;
    - 12.5. предоставление видеозаписи взлета и посадки в случае, если неисправности Товара связаны с его работой в процессе полета;
    - 12.6. исполнение рекомендаций и указаний Поставщика и (или) производителя по использованию Товара.
  13. Нарушение Покупателем условий, предусмотренных п. 12 настоящих Условий, влечет безусловное право Поставщика на отказ от гарантийных обязательств, предусмотренных Договором и настоящими Условиями.
  14. В случае устранения недостатков Товара в период гарантийного срока гарантийный срок на него продлевается на период, исчисляемый со дня отправления Товара на гарантийный ремонт до

---

момента возврата Товара Покупателю.

15. Ремонт или замена неисправного Товара осуществляется в срок, не превышающий 45 (Сорок пять) рабочих дней с момента получения Поставщиком рекламации о наличии неисправностей, без учета времени на транспортировку, если иное не установлено Сторонами.
16. Поставщик гарантирует надежность, исправную и полнофункциональную работу Товара в соответствии с технической документацией («Руководство по эксплуатации InnoVTOL-3») на Товар в течение всего гарантийного срока при условии соблюдения Покупателем условий эксплуатации и хранения Товара, а также соблюдения Покупателем ограничений, предусмотренных Договором и настоящими Условиями.
17. Поставщик отвечает по гарантийным обязательствам только перед Покупателем.
18. Гарантия качества Товара распространяется исключительно на те составляющие его части (комплектующие изделия), которые прямо перечислены в настоящих Условиях. Гарантийный срок на соответствующее комплектующее изделие указан в п. 5 настоящих Условий и начинается течь одновременно с гарантийным сроком на основное изделие.
19. На Товар (комплектующее изделие), переданный Поставщиком взамен Товара (комплектующего изделия), в котором в течение гарантийного срока были обнаружены недостатки, устанавливается гарантийный срок в пределах остаточного гарантийного срока на замененный Товар (комплектующее изделие).
20. Гарантийные обязательства Поставщика досрочно прекращаются в следующих случаях:
  - использования Товара в течение гарантийного срока за пределами территории Российской Федерации;
  - использования Товара до прохождения Покупателем инструктажа (консультирования) по правилам эксплуатации Товара, а равно допуск лиц, не прошедших инструктаж (консультирование).

## 9. Правила внесения изменений

### Внесение изменений в документ

При внесении изменений документ переиздается в полном объеме.

### Внесение изменений в конструкцию БВС

Запрещается вносить какие-либо изменения в конструкцию БВС. Это может привести к ухудшению его эксплуатационных свойств, снижению безопасности или срока службы. Любые повреждения или ухудшение эксплуатационных качеств БВС вызванные внесением изменений, не покрываются действующей гарантией.



## 10. Приложения

### Контрольная карта Предполетной подготовки

Регламентные работы проводящиеся до подачи питания во время предполетной подготовки:

N	Наименование	Контроль
1	Сервоприводы, тяги и шатуны рулевых механизмов	√
2	Управляющие поверхности	√
3	Крепежные детали	√
4	Электрические разъемы	√
5	Датчики Пито и датчик уровня топлива	√
6	GPS	√
7	Компас	√
8	Связь с базовой станцией	√
9	Пульт управления	√
10	Полезная нагрузка	√
11	Электромоторы	√
12	Пропеллеры электромоторов	√
13	Маршевый двигатель	√
14	Воздушные винты	√
15	Каркас блока АКБ	√
16	Антенны блока электроники	√
17	Планер	√

### Перечень компонентов с ограниченным ресурсом подлежащие прохождению ТО и ремонту

При достижении ограничения ресурса хотя бы одного из компонентов БАС предоставляется на техническое обслуживание или ремонт уполномоченной организации или изготовителю. Ресурс компонентов сгруппирован по условию их наступления.

Периодическое техническое обслуживание проводимое по наработке часов полета:

№	Наименование	Интервал (летных часов)
1	Блок ДВС	100
2	Съемное шасси	300
3	Воздушные винты	300
4	Электромоторы	300
5	Проводка	300
6	Сервоприводы, тяги и шатуны рулевых механизмов	300
7	Демпферы полетного контроллера	300
8	Трубка Пито и датчик уровня топлива	300
9	Крепежные детали	300
10	Конструкция планера	1500

№	Наименование	Интервал (летных часов)
11	Управляющие поверхности	1500
12	Радио-электронная аппаратура	1500
13	Блок электроники	1500

Периодическое техническое обслуживание проводимое по количеству вылетов:

№	Наименование	Интервал (вылетов)
1	Механизм складывания балок	300
2	Фиксаторы полезной нагрузки и крышки блока электроники	300
3	Блок АКБ	300
4	Фиксаторы складного механизма балки	500
5	Фиксаторы консолей	500
6	Разъем подключения АКБ с разъемами ХТ90	500
7	ХТ90 разъем фюзеляж - центроплан	500
8	ХТ60 разъем центроплан - балки	500
9	Разъемы электромоторов типа "банан"	500
10	Разъемы логической связи центроплан - балка	500
11	Разъемы сервоприводов элеронов	500
12	Разъемы сервоприводов рулей высоты	500

#### ТИР

По истечению срока хотя бы одного пункта в списке необходимо обратиться к производителю для осуществления регламентных работ.