

**Беспилотный авиационный комплекс
NEMESIS ВМН**

**РУКОВОДСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЛУАТАЦИИ**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ	3
1. Общие ограничения условий эксплуатации	3
1.1 Ограничения допуска к управлению БпАК	3
1.2 Погодные ограничения	3
1.3 Правила обращения с аккумуляторными батареями	3
2. Минимальный состав экипажа	4
3. Общие летные ограничения	4
4. Ограничения по эксплуатационным системам и оборудованию	6
ОБЩАЯ ЧАСТЬ	8
1. назначение	8
2. Технические характеристики БпЛА	8
3. Программное обеспечение	9
4. Состав и строение БПАК	9
4.1. Склад БПАК	9
4.2. Строение БпЛА	9
4.3. Наземный пункт управления	10
4.4. Зарядная станция	10
5. Порядок и правила работы с БпАК	10
5.1. Зарядка аккумуляторных батарей	10
5.2. Подготовка к запуску	11
5.3. Подготовка к полету	11
5.4. Правила построения миссии	14
5.5. Правила выполнения взлета	14
5.6. Правила во время полета	14
5.7. Правила реагирования на внештатные ситуации	15
5.8. Правила посадки БпЛА	15
5.9. Правила завершения работы БпАК	15
5.10. Сопроводительная документация и постмиссионный анализ	16
6. Чек-листы предполетного контроля (контрольные листы подготовки к полету)	16
7. Техническое обслуживание БПАК	16
8. Возможные неисправности и методы их устранения	17
9. Транспортировка БПАК	17
10. Условия выполнения гарантийных обязательств	17
Приложение 1	19
Приложение 2	22
Приложение 3	24
Приложение 4	25
Приложение 5	26

ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Руководство по технической эксплуатации предназначено для изучения материальной части и эксплуатации беспилотного авиационного комплекса "NEMESIS ВМН".

При изучении материальной части и эксплуатации беспилотного авиационного комплекса "NEMESIS ВМН" следует дополнительно руководствоваться инструкциями и паспортами на базовые средства и готовые изделия, которыми комплектуется беспилотный авиационный комплекс "NEMESIS ВМН".

1. Общие ограничения условий эксплуатации

Эксплуатационные ограничения - это условия, режимы и значения параметров, умышленный выход за пределы которых не допустим в процессе эксплуатации. Нарушение этих ограничений может привести к следующим нежелательным последствиям:

1. Неисправность составной части БпАК;
2. Неисправность или потеря БпЛА;
3. Ранение, увечье или смерть человека;
4. Повреждение имущества.

1.1 Ограничения допуска к управлению БпАК

1) К управлению БПАК "NEMESIS ВМН" может быть допущено исключительно лицо, прошедшее специализированное обучение от производителя и получившее сертификат допуска.

Управление, снаряжение или подготовка к использованию БПАК "NEMESIS ВМН" лицом, не получившим сертификат допуска от производителя, строго запрещено.

2) Лицо получает допуск для работы с БпАК "NEMESIS ВМН" по результатам специализированного обучения и по итогам выполненных экзаменационных заданий.

3) Допуск бывает 3-х уровней: А, В и С со спецификацией "1" или "2", в зависимости от уровня усвоения обязательных навыков и знаний, в соответствии с программой обучения.

3.1) Допуск уровня А позволяет лицу управлять (пилотировать), снаряжать и/или готовить к использованию БПАК "NEMESIS ВМН" с правом вносить изменения в настройки режимов работы.

3.2) Допуск уровня В позволяет лицу управлять (пилотировать), снаряжать и / или готовить к использованию БПАК "NEMESIS ВМН".

3.3) Допуск уровня С позволяет лицу только снаряжать и / или готовить к использованию БПАК "NEMESIS ВМН".

1.2 Погодные ограничения

1) Решение о применении БпЛА принимает пилот с соответствующим допуском, учитывая все существенные обстоятельства и факторы, в том числе погодные условия.

2) Выполнение полета предусматривает ограничения по метеорологическим условиям в соответствующей зоне, в частности:

1. температурный режим применения от -10°C до +40°C;
2. скорость ветра не более 10 м/с;
3. влажность воздуха не более, чем 85%;
4. отсутствие осадков (дождь, снег) и тумана.

1.3 Правила обращения с аккумуляторными батареями

1) Обращение с АКБ требует осторожной их эксплуатации и транспортировки: избегать их механического повреждения, растрясывания, ударов, падения и т.д.

2) Перед каждой эксплуатацией АКБ необходимо:

1. проверять температуру АКБ (не должны нагреваться, когда не эксплуатируются);
2. осматривать АКБ на отсутствие механических повреждений;
3. проверять герметичность АКБ;
4. тактильно проверять на отсутствие вздутия АКБ.

3) ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

1. эксплуатация АКБ, которые подвергшиеся механические повреждения (падение, пробивание, удар, другое постороннее воздействие);
2. эксплуатация АКБ, которые были установлены на коптере, совершившем жесткую посадку;
3. эксплуатация АКБ, температурный режим которых выше нормы (комнатной температуры);
4. транспортировки АКБ, установленными в корзине коптера;
5. транспортировка АКБ в непосредственной близости к боеприпасам или коптеру;
6. хранение АКБ в температурном режиме, превышающем или ниже, чем комнатная температура, или под прямым действием солнечных лучей.

2. Минимальный состав экипажа

БпАК "NEMESIS ВМН" рекомендуется использовать только группой скоординированных людей - экипажем. Рекомендуемый состав экипажа - четыре человека (детальное описание в Таблице 1).

Таблица 1

№	группа	Специализация	Сфера ответственности
1.	Группа управления полетом	Пилот	Непосредственно пилотирует коптер, руководит планированием миссии, корректирует работу наземной группы, руководит экипажем. Совместно со штурманом разворачивают и сворачивают наземную станцию управления коптером и проходят чек-лист предполетного контроля.
2.		Штурман	Отвечает за корректировку действий пилота во время выполнения миссии, контролирует все показатели телеметрии и карты в Mission Planner, участвует в подготовке миссии, участвует в принятии решений пилотом. Совместно с пилотом разворачивают и сворачивают наземную станцию управления коптером и проходят чек-лист предполетного контроля.
3.	Наземная группа	Борт-инженер	Отвечает за техническое состояние коптера, его подготовку к полетам, техническое обслуживание, зарядку аккумуляторных батарей, хранение, перевозку, сервис и другие технические аспекты, связанные с коптером. Совместно с инженером-взрывотехником готовят коптер на точке взлета и встречают коптер в точке приземления, проходят чек-лист предполетного контроля.
4.		Инженер-сапер	Отвечает за подготовку боевого комплекта боеприпасов, их снаряжение, непосредственно подвешивает БК перед взлетом коптера. Совместно с борт-инженером готовят коптер на точке взлета и встречают коптер в точке приземления, проходят чек-лист предполетного контроля.

3. Общие летные ограничения

3.1 Во время подготовки БПАК к запуску ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

размещать БПЛА на точке взлета при наличии в радиусе 10 м массивных металлических предметов (могут негативно повлиять на работу компаса);

начинать процесс планирования маршрута полетного задания, осуществления предполетной подготовки и проверки без предварительного анализа погодных условий;

начинать процесс предполетной подготовки и проверки без предварительного анализа колебания высот местности относительно высоты, на которой будет проходить полет БПЛА;

нагружать средство сверхвысокочастотной связи на коптере, или перемещать его, держась за средство сверхвысокочастотной связи;

после подключения коптера к питанию перемещать его, переносить или совершать другие физические действия с изменением положения коптера;

нарушать порядок осуществления предполетной подготовки и проверки;

начинать полет, если происходит резкое падение количества активных спутников (15 и менее);

включать двигатели БПЛА (ARMED) без предупреждения других членов экипажа; эксплуатировать без проверки правильной центровки БПЛА (расположение АКБ, боеприпасов);

эксплуатировать БПЛА в случае, если есть видимые повреждения элементов БПЛА (пропеллеры, элементы рамы, подвесы, корзина и т.д.);

использовать АКБ, которые по техническим характеристикам хуже чем указанные в ТУ;

эксплуатировать БПЛА, если не установлена новая отформатированная microSD карта в Автопилоте на БПЛА.

3.2 Во время выполнения взлета и набора высоты ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

при запуске двигателей центра управления полетом - включать функцию "ARMED" не убедившись, что члены наземной группы находятся на безопасном расстоянии;

во время запуска двигателей наземной группе - находиться возле БПЛА на расстоянии менее 5 м;

осуществлять взлет БПЛА, если в радиусе 15-20 м от точки взлета имеются препятствия в виде, например, деревьев, высоких зданий, ЛЭП;

осуществлять взлет БПЛА при низком уровне связи с наземной станцией (менее 70-80%) и частым пингированием наземной станции (4 и более пропусков ping);

осуществлять взлет БПЛА при плохом качестве поступления данных от глобальной навигационной спутниковой системы GPS;

осуществлять взлет БПЛА, если на наземной станции управления отображается количество спутников меньше, чем 15.

3.3 Во время выполнения полета и приземления ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

осуществлять полет на уровне существования физических препятствий;

продолжение выполнения полетного задания при ухудшении, погодных условий до недопустимых;

продолжение выполнения плана полетного задания в условиях не характерно быстрого

падения показателя уровня заряда АКБ;

без веских на то обстоятельств выключать питание и отсоединять от источника питания компоненты НПК БпАК;

проводить одновременное управление несколькими БпЛА;

осуществлять приземление, если положение БпЛА в пространстве или параметры его движения не обеспечивают безопасность посадки;

осуществлять посадку БпЛА на поверхности, что может привести к опрокидыванию коптера.

при посадке БпЛА достигнув высоты ± 10 м над точкой посадки осуществлять быструю посадку коптера.

3.4. В связи с большим показателем изменчивости погодных условий, категорически ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование БпЛА:

при температуре окружающей среды ниже -10 °С; при

температуре окружающей среды выше $+40$ °С; при

скорости ветра более 10 м/с;

при наличии осадков в виде дождя и/или снега;

при наличии тумана (влажности более 85%).

3.5. Во время эксплуатации БпЛА, который находится в воздухе, категорически ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

резкое управление джойстиком пульта управления

полетом; допускать крен коптера больше, чем 20° ;

менять режимы управления на скорости, более 6 м/с;

выключать двигатели (DISARMED);

отвлекаться на посторонние дела (для пилота);

нахождение на рабочей высоте, где скорость ветра превышает 10 м/с или окружающая среда рабочей высоты нарушают предельные нормы.

4. Ограничения по эксплуатационным системам и оборудованию

В связи с изменчивостью погодных условий, существования технических ограничений по эксплуатации, возможности воздействия источников радиоизлучения или средств радиоэлектронной борьбы, которые могут создавать помехи для каналов, управления, системы спутниковой навигации, передачи видео, наличия человеческого фактора, существуют следующие запреты по эксплуатации БпАК "NEMESIS ВМН".

4.1. Во время транспортировки и хранения ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

осуществлять транспортировку и хранение компонентов БпАК не в соответствующей транспортировочной таре;

допускать механическую нагрузку транспортировочной тары;

осуществлять погрузочно-разгрузочные работы, транспортировку и хранение, если не закрыты крышки, все замки на транспортировочной таре;

во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки подвергать транспортировочную тару БпАК резким ударам;

во время транспортировки и хранения подвергать транспортировочную тару воздействию атмосферных осадков вне пределов, превышающих возможность защиты от пыли и влаги по уровню IP 64 (международный стандарт IEC 60529);

хранить БпАК в упакованном виде в условиях, при которых влияние климатических факторов превышает предельные значения, установленные для условий

хранения;

нарушать условия хранения аккумуляторных батарей БпАК (в температуру ниже +2-5°C АКБ должны храниться при комнатной температуре).

4.2. ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация БПАК в следующих случаях:

если в конструкцию его составных частей, компонентов, произошло вмешательство и были внесены изменения, не согласованные с производителем;

если составные компоненты наземного оборудования попали в воду или существовали обстоятельства, при которых существует/существовала возможность попадания влаги в электрические составляющие БПАК;

с поврежденным или неработающим компонентом пункта наземного управления;

с АКБ, которые потерпели падение, или были установлены на БпЛА, совершивший жесткую посадку;

с АКБ, которая имеет визуальные повреждения или деформации или характерный запах химической реакции;

с АКБ в разряженном состоянии;

при разряженном пульте ручного управления;

при наличии повреждений или неисправностей сервоприводов системы сброса;

при наличии признаков некорректного воспроизведения команд, поступающих с пульта управления;

при наличии признаков повреждения силовой рамы БпЛА;

при наличии признаков повреждения электрических соединений, или на контактах электрических разъемов заметны признаки окисления;

с поврежденным модулем полезной нагрузки или без модуля полезной нагрузки вообще;

при наличии признаков повреждения или деформации одного из двигателей или пропеллеров;

если во время проверки двигателей замечен необычный характер прохождения процесса увеличения оборотов (отсутствие плавности, рывки, высокочастотный визг), не характерные шумы (хруст, скрежет, звук трения металла), увеличенный уровень вибрации, не все двигатели запустились, нарушена их последовательность, присутствуют другие признаки, указывающие на техническую неисправность двигателя;

при повреждении частей НПК;

если после предыдущего полета во время вращения моторов появился посторонний звук или температура моторов была выше обычной.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1. назначение

1.1. Беспилотный авиационный комплекс "NEMESIS ВМН" (далее - БпАК) с полезной нагрузкой различного назначения рассчитан на ударно-разведывательное использование с выполнением взлета и посадки с неподготовленных площадок.

БпАК является многофункциональным и может использоваться в задачах Министерства Обороны Украины, Службы безопасности Украины, МВД Украины, ГСЧС Украины, в сельском хозяйстве и выполнять специальные функции соответственно других ведомств и организаций.

В состав БпАК входит беспилотный мультироторный аппарат (далее - БпЛА, коптер), являющийся аппаратом коптерного типа, который приводится в действие четырьмя бесколлекторными электродвигателями.

1.2 БпЛА является мультироторным аппаратом коптерного типа по классификации: по максимальной взлетной массе - малые;
по количеству двигателей - с 4 двигателями;
по типу двигателей - с электрическими двигателями с питанием от аккумуляторов (далее - АКБ);

по максимальной высоте полета - маловысотный;

по максимальной скорости полета - малоскоростной; по

максимальному времени полета - малой

продолжительности;

по маневренности - маневренный;

по месту базирования - наземным;

по способу взлета - вертикального взлета, по способу посадки - вертикальной посадки;

по количеству применений - многократного применения.

1.3 Комплектность поставки является договорной и может быть изменена в соответствии с требованиями

2. Технические характеристики БпЛА

2.1 БпЛА, входящий в состав БпАК, выполняет вертикальные взлет и посадку.

2.2 БпЛА соответствует следующим техническим характеристикам, которые указаны в Таблице

2.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение параметра
Вес БпЛА без АКБ, кг	11,6
Вес БпЛА с АКБ, кг	25,8
Боевой (оперативный) радиус действия, км (с нагрузкой до 6 кг)	12
Боевой (оперативный) радиус действия, км (с нагрузкой до 10 кг)	10
Оптимальный вес полезной нагрузки, кг	6-10
Максимальная высота полета, м	1000

Оптимальная (рекомендуемая) высота полета, м	150
Рекомендуемая рабочая (крейсерская) скорость движения, км/ч	36-45
Оптимальная скорость при подъеме в автоматическом режиме полета, м/с	2,5
Оптимальная скорость при подъеме в ручном режиме полета, м/с	1,5
Максимальная продолжительность полета с нагрузкой 6 кг, мин	33
Максимальная продолжительность полета без нагрузки, мин	43
Максимально допустимая ветровая нагрузка в полете, м/с	10
Среднее время разворачивания БпАК, мин	10-15

2.3 Габаритные размеры указаны в Таблице 3.

Таблица 3

Наименование параметра	Значение параметра
Габариты БпЛА без транспортной тары с разложенными пропеллерами, мм	1500 x 1500 x 640
Внешние размеры упаковки БпАК, мм	1120 x 1120 x 695

3. Программное обеспечение

3.1. Для запуска работы БпАК, планирования миссии и управления полетом используется программное обеспечение **Mission Planner**.

3.2. Наземный пункт управления поставляется уже с установленным и настроенным программным обеспечением. Установка нового программного обеспечения пользователем, или изменение настроек без соответствующего допуска ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

4. Состав и строение БпАК

4.1. Склад БпАК

В состав БпАК входит:

- беспилотный мультироторный аппарат;
- наземный пункт управления (далее - НПК);
- зарядная станция;
- транспортная тара.

4.2. Строение БпЛА

БпЛА состоит из следующих частей:

- силовая рама;
- аккумуляторные батареи (далее - АКБ);
- аппаратный модуль с системой автоматического управления и обеспечения полетом, системой обработки и приема-передачи телеметрического, видео и сигнала управления;

целевая нагрузка;
система связи;
модуль полезной нагрузки.

4.3. Наземный пункт управления

4.3.1. НПК БпЛА включает средства для планирования и программирования полетных заданий, управления и настройки БпЛА, обеспечения связи с БпЛА с защищенными каналами связи, приема, записи и воспроизведения видовой информации, полученной во время выполнения полетов.

4.3.2. НПК состоит из основного комплекта:

- монитор;
- ноутбук;
- пульт управления БпЛА. Строение и функционал пультов управления БпЛА, которые могут идти в комплекте, представлены в Приложении 1.

4.4. Зарядная станция

В состав БпАК входит зарядная станция, предназначенная для зарядки литиевых аккумуляторов.

Правила зарядки АКБ с использованием зарядной станции приведены в разделе 5.1.

5. Порядок и правила работы с БпАК

5.1. Зарядка аккумуляторных батарей

Зарядка АКБ выполняется с использованием специализированного оборудования - зарядной станции и согласно следующим рекомендациям:

1. Заряжать аккумулятор разрешено **ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО** на зарядных устройствах, которые предназначены для литиевых АКБ.
2. Рекомендуемый режим зарядки - "CHARGE" (режим "BALANCE" используется, когда необходима балансировка АКБ, и такая зарядка занимает больше времени).
3. Перед присоединением АКБ к зарядной станции нужно подсоединить разъем балансира к зарядной станции.
4. Зарядная станция включается только после того, как к ней присоединены аккумуляторы.
5. После завершения зарядки выключить зарядную станцию и отсоединить АКБ.
6. Подключить разъемы аккумуляторов к коммутатору питания (если этого требует тип АКБ).

При подключении АКБ для зарядки необходимо правильно выбрать параметры зарядки на соответствующем устройстве (или просто проверить правильность выставленных параметров):

Параметр	Значение
Тип батареи	ЛиЛон
клетки	6 S
Режим	зарядка
Конечное напряжение	4.10V
Ток заряда	10.0A

Рекомендуется проверять уровень заряда аккумуляторов перед их установкой на БпЛА с помощью мультиметра. Уровень заряда должен быть 48-49V.

5.2. Подготовка к запуску

5.2.1. Подключение наземной станции:

- 1) Включить ноутбук. Убедиться, что ноутбук полностью заряжен. Работает без питания.
- 2) Подключить питание к ноутбуку. Убедиться в наличии альтернативного источника питания в случае выхода из строя основного.
- 3) Подключить вспомогательный экран (монитор) к ноутбуку.

5.2.2. Запуск программ для установки соединения и управления с коптером:

- 1) Подключиться к сети Интернет с помощью проводного или беспроводного соединения. Убедиться в наличии альтернативного источника доступа к сети Интернет.
- 2) Проверить корректность подключения к сети.
- 3) Запустить программу "WireGuard" и активировать туннель, нажав на опцию "Activate". После успешной активации туннеля, напротив графы "Status" появится пиктограмма "зеленый флажок".

5.3. Подготовка к полету

5.3.1. Установка БПЛА и подготовка к полету:

- 1) Старт комплекса должен быть выполнен в месте, где нет препятствий для канала управления.
- 2) Установить коптер на ровную поверхность, учитывая при этом, что в радиусе 15-20 м от точки взлета должны отсутствовать препятствия в виде деревьев, высоких зданий, ЛЭП, а также в радиусе 10 м - отсутствовать массивные металлические предметы, которые могут влиять на работу компаса.
- 3) Коптер следует устанавливать "головой" в направлении выполнения миссии.
- 4) Заменить microSD карту в Автопилоте.

Перед каждым полетом карта должна быть ОБЯЗАТЕЛЬНО новая и отформатирована в формате NTFS, или FAT32.

Карта не может быть объемом меньше, чем 16 ГБ и больше, чем 32 ГБ. Класс скорости 10 и выше.

- 5) Проверить состояние пропеллеров на отсутствие каких-либо деформаций и повреждений, а также надежность крепления пропеллеров.
- 6) Разложить пропеллеры в рабочее положение (180°) и проверить их натяжение (оно должно быть не слишком легким и не слишком тугим). Все пропеллеры должны иметь одинаковое натяжение.
- 7) Проверить надежность креплений рамы к корзине. Для предотвращения раскручивания болтов на креплениях корзины к раме во время полета, необходимо дополнительно фиксировать их армированным скотчем или стяжками.
- 8) Проверить резиновые виброразвязки между рамой и средством сверхвысокочастотной связи, а также виброразвязки подвеса камеры.

5.3.2. Подключение БПЛА к питанию:

- 1) Соединить разъемы сбросов с разъемами коптера, соблюдая отметки на разъемах. Проверить надежность соединения.
- 2) Соединить разъемы аккумулятора с разъемами питания коптера, соблюдая полярность.

5.3.3. Запуск и инициализация БПЛА:

1) После подключения питания не совершать никаких действий с коптером до полной инициализации. Как правило это занимает менее 1 минуты. Завершение инициализации сопровождается длинным звуковым сигналом (на коптере).

2) Убедиться в корректности стабилизации подвеса видеокамеры. Это можно проверить визуально - подвес должен выровняться в горизонт (180°). При легком физическом отклонении камеры она должна возвращаться в исходное положение.

3) Снять защитную крышку с объектива. Крышку объектива следует хранить в сухом незапыленном месте, чтобы при его монтаже на камеру не испортить объектив.

4) Убедиться, что к тепловизионному модулю корректно присоединен кабель.

5.3.4. Запуск Mission Planner для установки соединения и управления с коптером:

1) Запустить программу "Mission Planner".

В случае некорректного запуска - перезапустить программу, если это не поможет - перезагрузить ноутбук и повторить последовательно операции указанные выше.

2) Осуществить соединение с коптером через тип подключения "UDP" и нажать "CONNECT".

В результате должны загрузиться параметры коптера, что будет отображено на экране программы (если отображаются нули, это свидетельствует об отсутствии соединения).

Параметры коптера должны отображаться без ошибок. Коптер должен появиться на карте в окне "Data".

Рекомендуется начинать полет не менее, чем через 10 мин после инициализации коптера и установления связи с наземной станцией, поскольку системе связи требуется некоторое время для полной стабилизации.

Рекомендуется проводить проверку двигателей перед началом применения БпЛА (выполнения миссии), что включает в себя: проверка правильности последовательности установки двигателей, проверка запуска двигателей.

3) Если локация коптера не появилась на карте, это может свидетельствовать о следующих проблемах:

- отсутствие GPS-связи (сигнал "No GPS" - "система не видит приемник вообще" или "No Fix" - система не видит спутников (или их количество недостаточно). В таком случае следует перезагрузить коптер и наземную станцию. Если после перезагрузки проблема не исчезнет, - попробовать проверить фиксацию кабеля GPS на аппаратном модуле. Если кабель зафиксирован надежно, - необходимо заменить сам GPS (под руководством представителя сервисной службы, или ответственного представителя производителя).

- GPS-приемник физически поврежден. В таком случае следует заменить сам GPS (под руководством представителя сервисной службы, или ответственного представителя производителя).

4) Если локация коптера появилась, но направление коптера отображается некорректно - это может свидетельствовать о необходимости калибровки компаса.

Начать калибровку компаса следует с подключения к внутреннему WiFi коптера под названием "aaXX", где "XX" - это номер соответствующего коптера.

Далее следует изменить протокол подключения с UDP на TCP (IP для подключения - IP для

172.16.0.1).

Способ 1:

В программе Mission Planner открыть раздел "Config/Compass".

Проверить, используется ли именно внешний компас. На БпЛА установлено два компаса: внешний и внутренний. Каждый из них имеет номер: один и два, соответственно.

Проверить, установлена ли отметка на использование именно внешнего компаса. Если используются оба, внутренний компас отключить, убрав соответствующую отметку.

Нажать кнопку "Start calibration" и начать калибровку. При калибровке следует поддерживать средство сверхвысокочастотной связи на коптере и после завершения калибровки проверить виброразвязки.

Способ 2:

В программе Mission Planner открыть раздел "Setup". Перейти во вкладку "Compass".

Во вкладке "Compass" нажимаем на нижнюю активную кнопку "Large Vehicle MagCal". После этого появится окно, куда необходимо будет внести значение азимута БпЛА. Азимут измеряется с использованием обычного компаса.

После внесения значения азимута, нажимаем активную кнопку "Ok". Окно закрывается.

Нажимаем активную кнопку "Reboot", после чего разъединяем питание БпЛА ориентировочно на 10 с и повторно подаем питание на коптер.

Рекомендуется калибровать компас каждый раз при перемещении БпЛА на 50 км и более, а также после каждых пяти полетов коптера (кроме случая, когда все полеты происходят подряд в один промежуток времени). Запрещается калибровка компаса вблизи металлических, железобетонных объектов, линий ЛЭП.

После подключения БпЛА к питанию, запрещается любые перемещения, переноски или другие физические действия с изменением положения коптера, поскольку это негативно влияет на работу компаса.

5.3.5. Настройка видео с камеры БпЛА:

- 1) Откройте браузер "Chrome" на ноутбуке. Выберите соответствующую закладку "Video".
- 2) Если закладки нет, то в строку адреса введите адрес **172.29.5.XX:8000** (где "XX" это номер вашего коптера).
- 3) В открывшемся окне выберите опцию, выделенную зеленым цветом и нажмите на нее. Откроется окно с видео. Если видео не отображается, проверьте снят ли защитный колпак объектива камеры и подключен ли к ней кабель.
- 4) Если в окне видео не отображаются все опции управления окном (например, изображение не на весь экран), нажмите правой клавишей тачпада или мыши на окне видео. Выберите опцию "Show all controls", после чего должны появиться вспомогательные элементы управления.
- 5) Активируйте функцию "Два монитора" на ноутбуке. Для удобства, переместите окно браузера на вспомогательный экран (перетащите окно) и перейдите в полноэкранный режим.

5.3.6. Настройка пульта управления:

- 1) Включите пульт зажатием кнопки включения/выключения.
- 2) Подключите пульт к ноутбуку с помощью USB-кабеля.
- 3) На экране пульта выберите опцию "USB Joystick (HID)" и подтвердите выбор нажатием на правый контроллер.
- 4) В программе "Mission Planner" перейдите из меню на вкладке "Data" с вкладки "Quick" во вкладку "Actions".

5) Во вкладке "Actions" выберите опцию "Joystick" и активируйте соединение, нажав на опцию "Enable". Откроется окно пульта. Нажмите кнопку "Включить" и закройте окно пульта.

Пиктограмма подключенного пульта должна появиться в левом верхнем окне карты вкладки "Data". Если не появится, следует повторить действия описанные в этом разделе.

6) Проверьте корректность работы пульта управления выполнив следующие шаги:

Заходим во вкладку "Setup" → "Mandatory Hardware" → "Radio Calibration".

КАЛИБРОВАТЬ ПУЛЬТ НЕ ТРЕБУЕТСЯ. Опциональная вкладка служит инструментом проверки правильности работы контроллеров. Убедитесь, что пульт работает (отвечает на команды).

5.4. Правила построения миссии

При построении миссии следует учитывать:

- 1) Учитывать перепад высот и рельеф местности, где будет проходить миссия.
- 2) Учитывать наличие на пути высоких зданий, ЛЭП, водонапорных башен

и т.д.

- 3) Спланировать плавный набор/понижение скорости и/или высоты коптером.
- 4) Избегать резких разворотов/поворотов коптера.
- 5) При планировании миссии учитывать технические характеристики, в частности относительно

продолжительности полета и веса полезной нагрузки.

6) Учесть возможность возникновения внештатных ситуаций и, исходя из этого, планировать миссию таким образом, чтобы на возвращение коптера оставался заряд батареи с необходимым запасом.

7) Учитывать погодные условия, в частности, направление ветра, порывы ветра, возможные осадки.

8) Учитывать карты разведанных о возможных помехах (РЭБ).

9) Построить аналогичную миссию в программе "Дельта", чтобы отслеживать расположение коптера во время полета на случай потери GPS.

5.5. Правила выполнения взлета

Во время выполнения взлета следует:

- 1) Наземной группе находиться на безопасном расстоянии от БпЛА, но не менее 5 м.
- 2) Выполнить вертикальный взлет коптера на высоту не менее 10 м для стабилизации коптера, после чего можно совершать следующие маневры.
- 3) В случае аномального поведения коптера во время взлета прекратить полет и вернуть / посадить коптер (учитывая правила безопасности по возврату БпЛА с БК, описанные в п.3 раздела 5.7).

5.6. Правила во время полета

Во время осуществления полета следует:

- 1) Постоянно держать связь между наземной группой и группой управления полетом.
- 2) Штурману следить за показателями телеметрии в Mission Planner, оперативно информировать пилота о возможных проблемах и давать рекомендации.
- 3) В случае аномального поведения коптера в начале полета прекратить полет и вернуть / посадить коптер (учитывая правила безопасности по возврату БпЛА с БК, описанные в п.3 раздела 5.7).
- 4) Рекомендуемая очередность сброса БК: сначала крайние, а затем средние - для

сохранения равновесия БПЛА.

5) Следить за приблизительным расположением коптера в программе "Дельта".

5.7. Правила реагирования на внештатные ситуации

К внештатным ситуациям могут быть отнесены, в частности, следующие:

1) Потеря связи БПЛА с наземной станцией.

Следует подождать пока восстановится связь и после принять решение о продолжении миссии, или возвращении коптера. В случае, если связь не появилась, необходимо перевести стики пульта управления в среднее положение и возможны дальнейшие два варианта:

при наличии GPS, коптер начнет выполнять заданные действия: если миссия была автоматическая - продолжит миссию; если коптер управлялся в ручном режиме - через 5 с после потери связи включится режим "RTL";

при отсутствии GPS, коптер перейдет в режим "Alt Hold" и будет удерживать высоту, но не местоположение. Через 120 сек сработает скрипт возвращения домой по приблизительному азимуту. Коптер начнет автоматически возвращаться путем, который был пройден до этого. При этом следует учесть снос по ветру и другие факторы.

2) Потеря GPS.

Перейти в режим "Alt Hold" и выключить GPS на пульте управления. Далее штурману следует следить за количеством спутников и в случае появления не менее 15 спутников, с которыми установилась стабильная связь, довести информацию пилоту, который должен включить GPS на пульте управления.

Если потеря GPS произошла в начале миссии, рекомендуется не продолжать полет и вернуть коптер. При этом, обязательно учитывать правила безопасной посадки коптера с БК (пункт 3 раздела 5.7.).

3) Не срабатывание сервоприводов сброса БК.

Следует вернуть сбросы в закрытое положение и попробовать повторить сброс.

В случае, если сервоприводы не сработали над целью, следует попробовать наклоны коптера по pitch и по roll в пределах разрешенных кренов.

Если ни одно из вышеперечисленных действий не привело к сбросу БК на цель, следует вернуть коптер. Рекомендуется сажать коптер в ручном режиме плавно, с минимальной скоростью снижения. При этом, наземной группе находиться на расстоянии, которое делает невозможным ранения в случае срабатывания БК.

4) Постоянный высокий уровень вибрации (Vibe) на коптере.

Следует определить причину вибрации. Как правило причиной вибрации во время полета является ветер. Рекомендуется попробовать увеличить или уменьшить скорость, уменьшить высоту полета.

5) Выход из строя компаса во время полета.

Если проблема возникла в начале миссии, рекомендуется прекратить миссию и вернуть коптер. Окончательное решение о продолжении миссии при выходе из строя компаса принимает пилот.

5.8. Правила посадки БПЛА

Во время посадки БПЛА следует:

1) Держать связь между наземной группой и группой управления полетом и координировать совместные действия.

2) Членам наземной группы контролировать момент возвращения коптера и начала посадки, при необходимости - корректировать действия пилота.

3) Членам наземной группы находиться в укрытии до момента полной остановки пропеллеров и получения подтверждения от команды центра управления полетом о "DISARMED".

5.9. Правила завершения работы БПАК

После посадки БПЛА выполнить следует следующие действия:

1) Убедиться, что коптер находится в режиме "DISARMED".

2) Отсоединить пульт управления от ноутбука. Выключить пульт управления.

- 3) Разъединить разъемы питания между коптером и АКБ.
- 4) Составить пропеллеры в закрытое положение и зафиксировать демпферными материалами.
- 5) Закройте крышку объектива камеры.
- 6) Поместить коптер в транспортировочную тару и закрыть крышку на четыре замка.

5.10. Сопроводительная документация и постмиссионный анализ

5.10.1. Информация о каждом полете, который совершает коптер, в течение 24 часов после завершения полета должна **обязательно** быть внесена в электронную форму - "Журнал полетов". Быстрый доступ к форме обеспечен по **QR-коду**.

Для удобства ведения Журнала полета, предоставляется также соответствующая форма (фрагмент) для заполнения вручную во время и непосредственно после полета (Приложение 2), которая предназначена для хранения данных обо всех полетах, которые осуществляет соответствующий БпЛА.

В случае, если во время выполнения полета / миссии, в работе коптера присутствовало аномальное поведение, или же коптер был поврежден, экипажем, выполнявшим полет, в течение 24 часов после инцидента проводится расследование обстоятельств такого случая. Результаты оформляются в соответствующий документ - "Постмиссионный анализ" (Приложение 3), который прикрепляется в соответствующем поле Журнала полетов.

5.10.2. ЛОГИ с каждого полета должны ОБЯЗАТЕЛЬНО СОХРАНЯТЬСЯ (TLogs и Dataflash логи).

TLogs хранятся на ноутбуке с наземной станции. Dataflash логи хранятся на microSD карте, установленной в Автопилоте коптера.

Анализ логов с данными полета позволяет, в частности, диагностировать основные проблемы БпЛА и исследовать обстоятельства аномального поведения коптера, аварии, потери коптера, или иного инцидента.

Среди основных параметров полета, которые следует анализировать, следующие: вольтаж, ампераж, работа двигателей, действия пилота на пульте управления, связь, GPS.

6. Чек-листы предполетного контроля (контрольные листы подготовки к полету)

6.1. Чек-листы предполетного контроля существуют двух типов: для наземной группы и для группы управления полетом. Каждый из них содержит перечень информации, проверить и подтвердить которую могут только члены соответствующей группы.

6.2. Чек-листы в бумажном виде должны заполняться перед осуществлением каждого вылета БпЛА. Чек-листы могут заполняться как каждой группой отдельно, так и исключительно пилотом, который перед началом полета зачитывает каждый параметр для всех членов экипажа (для наземной группы - через средства связи) и получает подтверждение от членов наземной группы в части их чек-листа.

6.3. Бланки чек-листов заранее распечатываются и заполняются путем проставления возле каждого пункта предполетной проверки соответствующей отметки, а также ставится подпись и ФИО ответственного за проведение такой проверки.

6.4. Формы чек-листов предполетного контроля прилагаются к настоящему Руководству (Приложение 4, Приложение 5).

7. Техническое обслуживание БпЛА

7.1 **ВАЖНО** вести журнал зарядки АКБ и контролировать их параметры: % разряда и количество mAh, которые туда вошли (в зависимости от % разряда). Таким образом станет очевидным старение АКБ.

7.2 Не рекомендуется снимать пропеллеры, если они не нуждаются в замене.

7.3 Следует контролировать затяжку резьбовых соединений на коптере и сервоприводах и, при необходимости, регулировать их до полной затяжки.

7.4 Запрещается устанавливать на ноутбуке наземной станции любые дополнительные программы, обновления, или использовать ноутбук в личных целях.

8. Возможные неисправности и методы их устранения

8.1. Члены экипажа БпАК могут самостоятельно выполнять следующие ремонтные работы с коптером:

1) После полета коптера может произойти самопроизвольное ослабление/затяжка резьбовых соединений элементов строения коптера, или сервоприводов. В таком случае необходимо отрегулировать затяжку резьбовых соединений на коптере и сервоприводах.

2) Вследствие внешнего воздействия пропеллеры могут подвергаться повреждениям (трещины, поломки, деформации). В таком случае необходимо заменить пропеллеры на коптере.

3) После перевозки коптера на расстояние 200 км и более, а также при возникновении ошибки по компасу, компас необходимо калибровать (как описано в разделе 5.3.4.).

8.2. Члены экипажа могут выполнять следующие ремонтные работы под дистанционным руководством представителя Сервисной службы, или ответственного представителя производителя:

1) При выходе из строя компаса (во внешней антенне), если калибровка не дает результата, или он поврежден физически, экипажу может быть передан новый компас, который необходимо будет установить на коптер.

2) При выходе из строя GPS (во внешней антенне), экипажу может быть передан новый, который необходимо будет установить.

9. Транспортировка БпАК

9.1. БпЛА транспортируется в специальной таре для транспортировки.

9.2. При упаковке составных частей БпАК используются демпферные материалы.

10. Условия выполнения гарантийных обязательств

10.1. Срок гарантийного обслуживания БпАК составляет 12 месяцев.

10.2. В случае наступления гарантийного случая, необходимо в течение 24 часов уведомить Сервисную службу, указав обстоятельства возникновения недостатков и предоставить сопроводительные материалы.

10.3. ЗАПРЕЩАЕТСЯ самостоятельно пытаться устранить недостатки (кроме предусмотренных в разделе 8), разбирать коптер, вмешиваться в аппаратный модуль, или другие конструктивные элементы, изменять настройки, устанавливать стороннее программное обеспечение или другие приборы на коптер.

10.4. БпАК не подлежит гарантийному обслуживанию в следующих случаях:

механического или иного повреждения БпАК во время транспортировки или хранения;

БпАК использовался лицами, не имеющими допуска к работе с соответствующим БпАК, или уровень допуска лица (согласно сертификату) не соответствует виду работ, которые выполнялись;

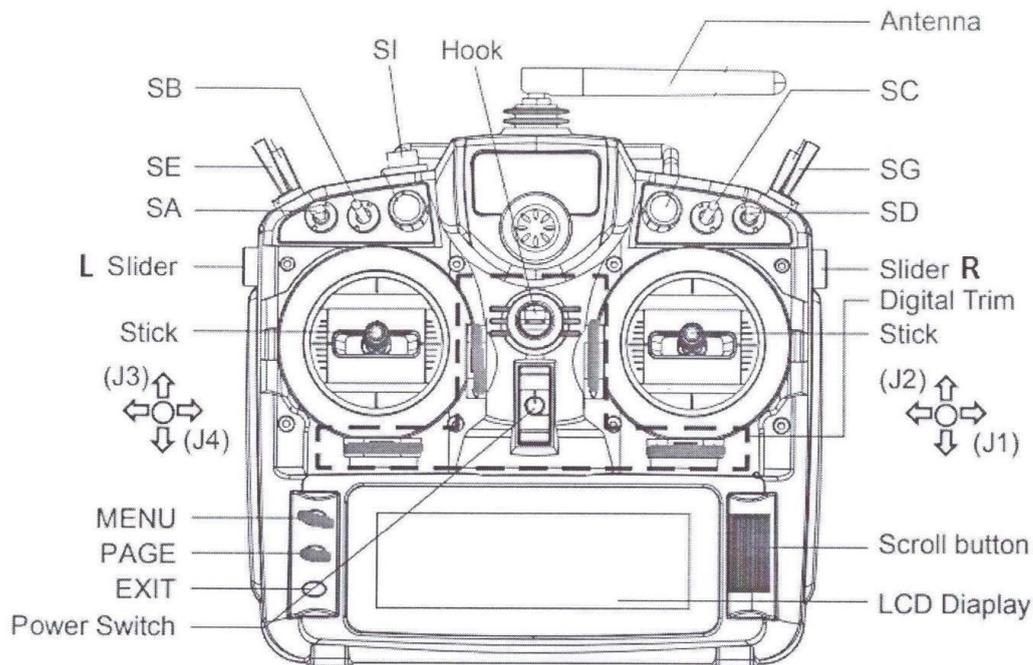
отсутствие логов полета, во время которого возникла поломка или другое anomальное поведение коптера;

отсутствие заполненных чек-листов предполетного контроля;

повреждение, произошедшее в результате ошибки пилота или другого члена экипажа;

повреждения от прямого поражения БПЛА внешними воздействиями (в частности, от огневого поражения, аварии из-за влияния средств РЭБ и т.д.).

Строение и функционал пульта управления TARANIS FrSKY



Power Switch - Включение / Выключение пульта (длительным зажатием)

Scroll button - ОК

Exit - Выход

Stick (J1-J2) - Вперед / Назад / Смещение вправо / Смещение влево

Stick (J3-J4) - Вверх/Вниз/Поворот по оси вправо/Поворот по оси влево

Slider L - Угол наклона камеры

Slider R - Закрытие сбросов

SG - Правый крайний

сброс SD - Правый средний

сброс SC - Левый средний

сброс SB - Левый крайний

сброс

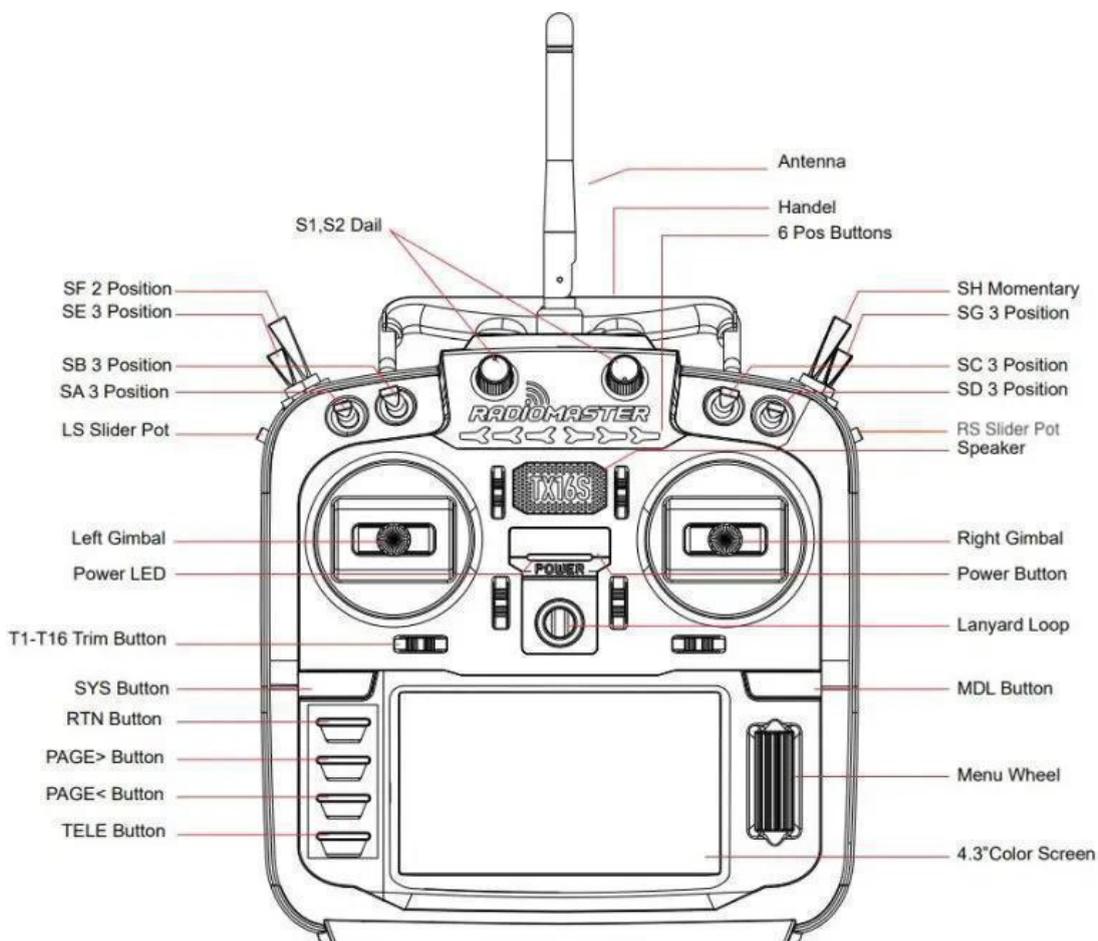
SA - GPS Вкл/Выкл, где: положение "на себя" - "Выкл", "от себя" - "Вкл"

SE - Режим полета, где: положение "на себя" - "RTL", "центр" - "Loiter", "от себя" - "Alt Hold"

SI - Подтверждение сброса / Подтверждение закрытия сервоприводов

Другие элементы на пульте управления не запрограммированы под функции.

Строение и функционал пульта управления RADIOMASTER TX16S



Power LED - Включение / Выключение пульта (длительным зажатием) Menu Wheel - ОК

Кнопка RTN - Выход

Right Gimbal - Вперед / Назад / Смещение вправо / Смещение влево

Left Gimbal - Вверх / Вниз / Поворот по оси вправо / Поворот по оси влево

LS Slider Pot - Угол наклона камеры

RS Slider Pot - Закрытие сервоприводов - Закрытие сервоприводов

SH Momentary 3 Position + 1 of 6 Pos Buttons - Правый крайний сброс

SB 3 Position + 4 of 6 Pos Buttons - Левый крайний сброс

SD 3 Position + 2 of 6 Pos Buttons - Правый средний сброс

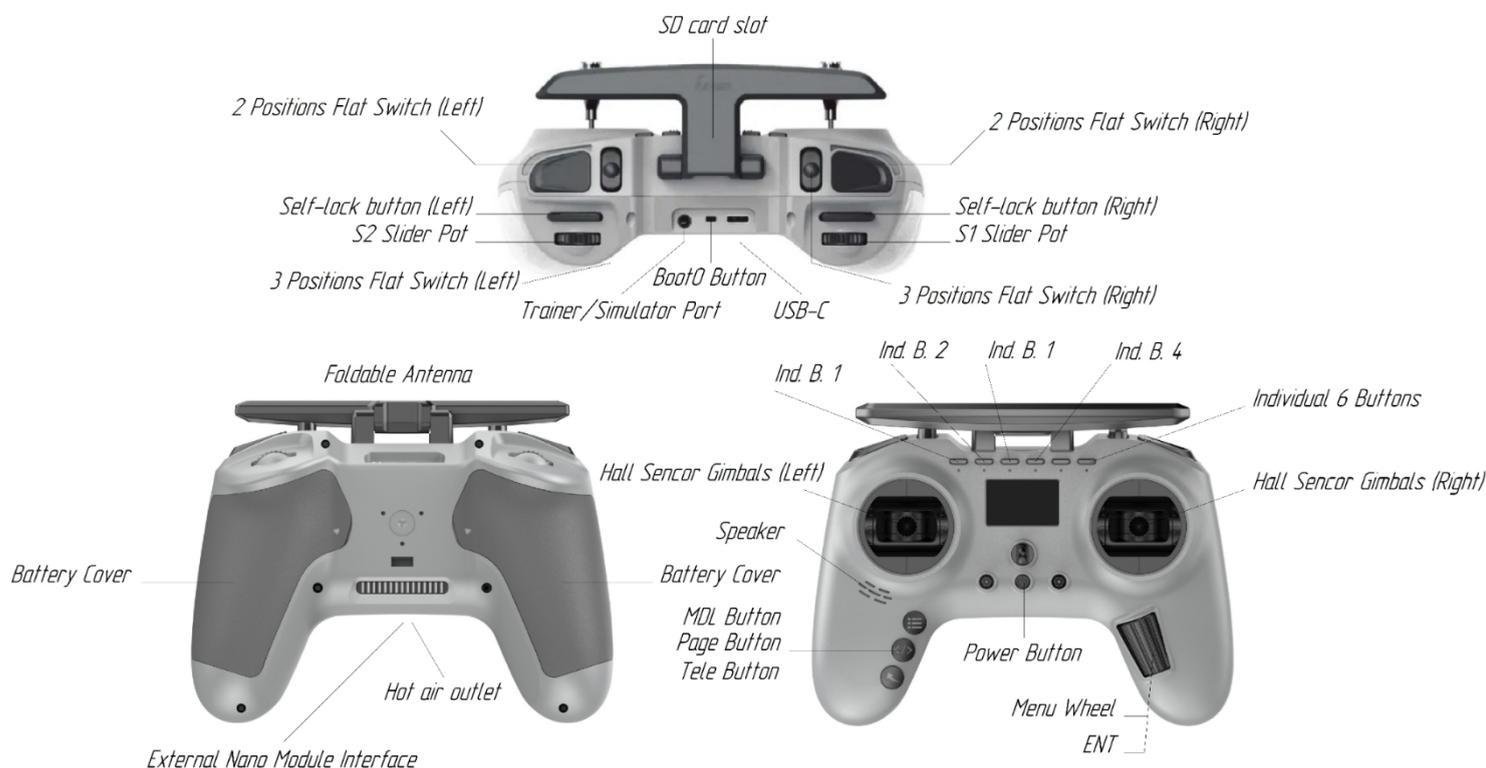
SC 3 Position + 3 of 6 Pos Buttons - Левый средний сброс

SA 3 Position - GPS Вкл/Выкл, где: положение "на себя" - "Выкл", "от себя" - "Вкл"

SE 3 Position - Режим полета, где: положение "на себя" - "RTL", "центр" - "Loiter", "от себя" - "Alt Hold"

Другие элементы на пульте управления не запрограммированы под функции.

Строение и функционал пульта управления T-Pro V2



Menu Wheel (ENT) - ОК/Навигация по меню

Power Button - Включение/Выключение пульта

Hall Sencor Gimbals (Right) - Вперед/Назад/Смещение вправо/Смещение влево

Hall Sencor Gimbals (Left) - Вверх/Вниз/Поворот по оси вправо/Поворот по оси влево

2 Positions Flat Switch (Left) - Подтверждение сброса

MDL Button - Выбор профиля настроек/Выход в основное меню

Page Button - Выбор параметра

Tele Button - Назад/Выход

S1 Slider Pot - Открытие/закрытие сбросов

S2 Slider Pot - Управление углом наклона камеры

Self-lock button (Left) - Вкл./Выкл. GPS

3 Positions Flat Switch (Left) - Переключение режимов полета

Ind. B. 1 - Выбор сброса - Левый крайний сброс

Инд. B. 2 - Выбор сброса - Левый средний сброс

Ind. B. 3 - Выбор сброса - Правый средний сброс

Ind. B. 4 - Выбор сброса - Правый крайний сброс

2 Positions Flat Switch (Правый) - Не используется

3 Positions Flat Switch (Right) - Не используется

Boot0 Button - Не используется

Кнопка самоблокировки (справа) - Не используется

Журнал полетов № БпЛА
(фрагмент)

Дата	Экипаж (позывные)	Номер борта	Время взлета	Общее время в воздухе	Район применения (локация)	Температура на земле (С)	Сила и направление ветра (m/s)	Порывы ветра (m/s)	Описание снаряжения -БК (название, количество) -Тип батарей	Показатели батарей на конец миссии (V/A)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Пилот - Штурман -									V - A -
	Пилот - Штурман -									V - A -
	Пилот - Штурман -									V - A -
	Пилот - Штурман -									V - A -

<p>Задача миссии Если задача миссии "уничтожение техники врага", то указывается конкретная цель/цели</p>	<p>Цели, которые были поражены Т-72, Т-80, БТР, БМП, состав БК, позиции врага, командный пункт и т.д. (название впишите во вторую строку) или "ничего"</p>	<p>Описание выполнения задания Сколько БК сработало, сколько попало в цель, изменение цели, потеря связи, изменение режима полета, состояние видеосигнала, изменение погодных условий, недолет до цели и т.д. (кратко)</p>	<p>Аномальное поведение борта Причина, если известна</p>	<p>Статус борта после выполнения миссии</p> <ul style="list-style-type: none"> • цель (борт вернулся невредимым) • потерянный (сбивание, падение без возможности восстановления, приземление на вражеской территории) • потерянный (нуждается в поиске и эвакуации) • другое (если борт поврежден или имеет механические поломки, указывается эта информация)

Постмиссионный анализ

№

БПАК Дата полета

1. Выводы:

Кратко указываются выводы по результатам исследования причин и обстоятельств инцидента.

2. Рекомендации:

Указываются рекомендации для учета во время следующих полетов, или настройки БПАК производителем.

3. Информация о полете:

Указывается информация из TLog и Dataflash логов, которая иллюстрирует основные причины и обстоятельства инцидента. Прикрепляются также фото экрана и другие медиа файлы, которые подтверждают описываемые события.

Подготовил _____

(ФИО, контактный ном. тел.)

**Чек-лист предполетного контроля для
наземной группы
(контрольный лист подготовки к полету)**

Дата полета: _____

Время полета: _____

Состав группы: _____

№	Контрольный вопрос	Готовность	Комментарий
1.	Погодные условия позволяют выполнять полет на коптере.		
2.	В радиусе 15-20 м от точки взлета отсутствуют препятствия в виде деревьев, высоких зданий, ЛЭП.		
3.	В радиусе 10 м отсутствуют массивные металлические предметы, которые могут влиять на работу компаса.		
4.	Компас откалиброван заранее до приезда на точку взлета.		
5.	Коптер не поврежден, все детали правильно установлены и надежно закреплены.		
6.	Аккумуляторы полностью заряжены и надежно установлены и закреплены.		
7.	Пропеллеры правильно и надежно установлены, не повреждены и не деформированы.		
8.	Никакие провода и кабели не пережаты.		
9.	Карта microSD в Автопилоте коптера заменена на новую и отформатированную в формате NTFS, или FAT32.		
10.	Коптер подключен к разъему сервоприводов сбросов.		
11.	Коптер подключен к разъему питания.		
12.	Камера стабилизировалась в положении 180°.		
13.	БК закреплено правильно.		
14.	Предохранители на БК сняты.		
15.	Все двигатели коптера запустились.		

Ответственный за предполетную проверку _____ / _____

**Чек-лист предполетного контроля для
группы управления полетом
(контрольный лист подготовки к полету)**

Дата полета: _____

Время полета: _____

Состав группы: _____

№	Контрольный вопрос	Готовность	Комментарий
1.	Ноутбук включен, заряжен и подключен к резервному источнику питания.		
2.	Брандмауэр отключен.		
3.	Пульт управления полетом заряжен и подключен.		
4.	Все органы управления пульта отвечают на команды.		
5.	Пинг БпЛА стабильный и без критических пропусков (допустимое отклонение не более 4 пропусков).		
6.	Необходимые для управления полетом показатели телеметрии корректно отображаются на экране Mission Planner.		
7.	Коптер правильно позиционирует себя на карте и по компасу.		
8.	Количество спутников GPS не менее, чем 15.		
9.	АКБ полностью заряжены.		
10.	Связь наземной станции управления с коптером не менее 70-80%.		
11.	Изображение с камеры коптера передается корректно.		
12.	Game Bar (Windows+G) для записи экрана включена.		
13.	Члены наземной группы находятся на безопасном расстоянии от БпЛА.		

Ответственный за предполетную проверку _____ / _____