**Конкурсное задание межрегионального конкурса профессионального мастерства по компетенции Эксплуатация беспилотных авиационных систем «Quadrolife»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Количество часов на выполнение задания* | *Количество модулей* | *Количество конкурсных дней* |
| 11 ч | 4 модуля | 2 дня |

Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:

ВВЕДЕНИЕ.ФОРМАТЫ КОНКУРСА

МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И ВРЕМЯ

ВВОД БАС В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЯ ПО МОДУЛЯМ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Эксперт и Участник обязаны ознакомиться с данным Конкурсным заданием до начала соревнований.

**СОПУТСТВУЮЩИЕ ДОКУМЕНТЫ**:

Конкурсное Задание является частью общего пакета
Технической документации компетенции. В нём содержится только конкретная информация по выполнению задания.
 Документ «Конкурсное задание» необходимо использовать совместно со следующими документами:

* Инструкции к оборудованию с техническими характеристиками;
* Отраслевые санитарные нормы и требования Охраны Труда
и Техники Безопасности;
* Инструкция по Охране Труда и Технике Безопасности
по компетенции, с учётом специфики каждой из возрастных групп;
* Техническое Описание компетенции.

**ФОРМЫ УЧАСТИЯ В КОНКУРСЕ**

* Форма участия Конкурсантов: **Индивидуальный - 1 человек.**
* Название профессиональной компетенции:
**«Эксплуатация Беспилотных Авиационных Систем»**

**ВВОД БАС В ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

* Перед включением питания аппарат должен соответствовать
нормам безопасности и иметь сертификат соответствия.
* К полётам в любой части (модуле) Конкурсного задания допускаются БПЛА:
* Полностью исправные.
* Всеэлементы конструкции надёжно закреплены.
* Изоляция проводов и целостность конструкции не нарушены.
* Аппараты с допустимым зарядом АКБ.
* Попадание какой-либо части БАС в зону вращения пропеллеров исключено.

|  |
| --- |
| **!!! ЗАПРЕЩАЕТСЯ:** *Подключение питания к БАС с установленными пропеллерами вне полётной зоны!* |

* Для получения разрешения на взлёт БАС, в аппаратную часть которого вносились изменения в процессе выполнения конкурсного задания,
участнику необходимо провести:
* Предполётную подготовку с занесение произведённых действий в предполётную ведомость.
* Заверить предполётную ведомость подписью эксперта.
* Соблюдение техники безопасности на рабочем месте и при полетах,
 охраны труда и порядок на рабочем месте
оцениваются на протяжении всего соревнования.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Модуль | Описание Задания | Время | Баллы |
| FPV пилотирование | Установка и настройка видеокамеры и видеопередатчика | 2ч | 25 |
| Тестовый полет |
| Прохождение трассы в режиме FPVна точность и скорость |
| Демонтаж видеокамеры и видеопередатчика, сборка коптера в стандартный вид |
| Моделирование узла коптера | Моделирование отдельных деталей и узлов квадрокоптера, крепежей и элементов | 3ч | 25 |
| Программирование автономного полета | Пролет через контрольные точки | 4ч | 25 |
| Точная и безопасная посадка БПЛА |
| Демонтаж оборудования, сборка коптера в стандартный вид |
| Эксплуатацияполезной нагрузки | Внесение изменения в конструкцию коптера, установка внешней полезной нагрузки | 2ч | 25 |
| Настройка внешней полезной нагрузки |
| Тестовый полет |
| Выполнение задач с полезной нагрузкой (захват и перенос груза / доставка / перемещение объектов) |

**Конкурсант вправе завершить или сдать модуль раньше отведенного времени**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 4 модуля | 2 конкурсных дня | часов | 100баллов |

 **ОПИСАНИЕ ЗАДАНИЯ ПО МОДУЛЯМ**

**FPV пилотирование**

* **Время выполнения:** 2часа.
* **Оценка:** измеримые и судейские аспекты.
* **Задание:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | Установка и настройка оборудования для FPV полетов. | 50 мин |  |
| 2 | Предполётная подготовка | 30 мин |  |
| * Визуальный осмотр БПЛА, калибровка
 |
| * Проверка целостности узлов и надёжности креплений
 |
| * Проверка системы видео передачи, настройка каналаVTX, тестирование в полетной зоне
 |
| 3 | Прохождение трассы в режиме FPV (оценивается точность\ скорость\расчет траектории и проработка тактики, целостность БПЛА по завершении полёта) | 20 мин |  |
| 4 | Демонтаж видеокамеры и видеопередатчика, сборка коптера в стандартный вид | 20 мин |  |
|  | **Общее время выполнения модуля** | 1. **часа**
 |

**Применяемое оборудование:**

Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» "СОЕХ Клевер
Допускается использование FPV оборудования (камера, VTX,FPV шлем / очки) из тулбокса участника согласно Техническому описанию компетенции.

С**екретная часть задания:**

Вид трассы и препятствий заранее не известны конкурсантам.

**Условия выполнения модуля:**

* FPV шлем/очки должны быть зафиксированы на голове пилота во время полёта.
* Конкурсанты могут находиться только в специально
обозначенных для пилота зонах.
При совершении тестовых полетов запрещен пролет через препятствия.
 В случае пролета через препятствие, участник лишается права дальнейшего пребывания и тестирования в полетной зоне до зачетной попытки.
* Время полета - 3 минуты. Время предполетной подготовки перед попыткой - 2 мин (разрешены полеты по трассе с прохождением элементов).
* Время на устранение поломок, появившихся или обнаруженныхво время выполнения зачетной попытки, входит в конкурсное время участника
(время не останавливается).
* Участникам необходимо выставить канал видео передачи, определенный перед стартом модуля.
* Пролет трассы могут выполнять несколько конкурсантов одновременно.

**Ожидаемый результат выполнения модуля:**

* На БПЛА установлено FPV оборудование.
* Произведена настройка каналов видео передачи, оборудование функционирует.
* Участник произвел проверку работоспособности оборудования на полигоне.
* БПЛА пролетел 2 круга по трассе в режиме FPV за кратчайшее время.
Круг считается полностью пройденным в случае пролета всех препятствий согласно схеме трассы. За прохождение каждого элемента в установленном порядке начисляются баллы. За пропуск или пролет препятствия с неверной стороны баллы не начисляются.
* При полете БПЛА не касался сетки, пола, элементов трассы.

**Трасса /полоса препятствий:**

Взлётная и посадочная площадка, указатели направления полёта, арочные ворота, поворотные флаги, одно или дву ярусные ворота, пента ворота, подвесные обручи/окна и другие элементы.
 В полетной зоне также могут присутствовать: подсветка, стрелки-указатели направления полета, датчики пролёта, экшн-камеры пр.
Количество препятствий - 10.

**Начисление штрафов по модулю:**

Если участник не установил/ не настроил оборудование в отведенное время (50 минут), то ему выдается настроенный коптер.
Баллы за установку и настройку оборудования в таком случае не начисляются.

**Пример полигона с описанием миссии:**

Пролететь 2 круга в пределах 3 минут, как можно быстрее, не пропуская препятствия и не касаясь сетки, пола, элементов трассы.

 

**Моделирование узла коптера**

* + 1. **Время выполнения:** 3 часа.
		2. **Оценка**: измеримые и судейские аспекты.
		3. **Задание**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **№**  | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | Разработка корректной схемы работы устройства и механизма (в случае использования электронных компонентов - принципиальной) | 30 мин | measurement, judgment |
| 2 | Моделирование узла, подготовка чертежа и визуализации | 100 мин | measurement |
| 3 | Подготовка файлов для 3D печати. Написание пояснительной записки. Подготовка файлов для сдачи экспертам. | 50 мин | measurement |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **3 часа** |

* + 1. **Применяемое оборудование:**

Коптер, электронные компоненты (сервопривод, камера) компьютер, микрокомпьютеры и микроконтроллеры, измерительные инструменты.

* + 1. С**екретная часть задания:**

Разработка держателя и бокса под камеру

* + 1. **Условия выполнения модуля:**
* Во время проверки оборудования в С-1 конкурсанту необходимо произвести тестовую печать на 3D принтере, на котором будет производиться изготовление (не более 30 минут).
* По истечении 3 часов:
	1. Конкурсанту необходимо:
		1. Продемонстрировать папку с файлами выполнения задания.
	2. Экспертам необходимо:
		1. Зафиксировать перечень файлов (принтскрин). На принтскрине должно отображаться в явно различимом виде:
			+ 1. Путь к папке
				2. Названия файлов
				3. Тип (формат) файлов
				4. Дата изменения файлов
		2. сохранить на флешку файлы и принтскрины участнка.
* Конкурсант вправе использовать любую программу-слайсер для формирования gCode. Файл, готовый к печати, также скидывается на флешку.
* Конкурсант может создавать на бумаге эскизы в конкурсное время, которые послужат основой для трехмерного моделирования компонентов или узлов.
* Файл печати формируется Экспертом, ответственным за 3D печать, на основе STL файлов, сделанных Конкурсантом.
* При моделировании электронных компонентов (сервопривод) рекомендуется представлять в виде габаритных фигур (параллелепипед, цилиндр) и окрасить в светло-синий цвет.

!!!Конкурсантам запрещается

 *- использовать готовые модели и чертежи*

 *- пользоваться интернетом (разрешено только для* ***Autodesk Fusion****)*

 *- приносить на соревновательную площадку готовые эскизы или чертежи
 (на бумаге или в электронном виде), которые могут послужить основой
для трехмерного моделирования компонентов или узлов*.

* Построенная конкурсантом компьютерная модель должна быть:
* трехмерной, полностью объединенной и редактируемой;
* элементы модели должны быть сопряжены между собой;
* Модель может быть выполнена в формате сборки (т.е. состоять из нескольких деталей).
* Результаты своей работы конкурсант должен сохранить на рабочем столе:

***C:/Users/ИМЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ/Desktop/Конкурсант № (НОМЕР КОНКУРСАНТА)
Фамилия И.О. /Модуль С***

* + 1. **Ожидаемый результат выполнения модуля:**
* 3D модель разработанного узла сохранена в исходном формате
* Пример названия (compN – N номер конкурсанта)
	+ *compNassem1.sldasm - файл сборки*
	+ *compNpart1.sldprt - деталь 1*
	+ *compNpart2.sldprt - деталь 2*
* 3D модель разработанного узла (и его отдельных элементов) в формате .stl
	+ *(compNassem1.STL ; compNpart1.STL; compNpart2.STL)*
* Визуализация: рендер разработанного узла или тонированная аксонометрическая проекция
	+ *compNnodeRender.jpg*
* Чертеж разработанного узла (.pdf; .jpg ; .png)
	+ *compNdrawing1.pdf*
* Схема узла, на которой показана работа механизмов
	+ *compNschematic.png (jpg)*
* Пояснительная записка (в свободной форме, не более 700 знаков),
отражающая функционал разработанного узла и его общее описание:
	+ *compNDescription.txt*
* Скриншот места крепления разработанного узла к коптеру (.jpg ; .png)
	+ *compNscreenshotJoin.jpg*
* Скриншот единого слайсинга деталей разработанного узла
с отображением времени печати и размещением компонентов (.jpg или .png)
	+ *compNscreenshotSlice.jpg*
		1. **Начисление штрафов по модулю:**

Если построенная 3D модель имеет критические ошибки, которые не позволяют её изготовить, то конкурсанту предоставляется возможность исправить ошибки. Время исправления ограничено и составляет не более 30 минут. При этом конкурсант не получает баллы за моделирование узла.

* + 1. **Пример задания с ТЗ:**

Смоделировать узел коптера, который совершает поворот бокса для камеры при помощи сервопривода.

**ТЗ на выполнение**

* Угол поворота сервопривода от 0 до 90 градусов.
	+ (0 градусов – камера расположена параллельно горизонтальной плоскости,
	+ 90 град – плата камера перпендикулярна горизонтальной плоскости)
* Сервопривод управляет поворотом бокса камеры
* Все компоненты должны быть встроены в корпус.
* Компактная укладка проводов.
* Место крепления разработанного узла: нижняя рама или центральная рама
* Тип крепления узла: винтовое соединение.
* Возможность подключения узла к коптеру (полетный контроллер, приемник или иное).

**Необходимо предусмотреть:**

* *Единицы измерения: линейные - мм, угловые - градусы*
* *Ориентировочное время печати (не более 3 часов) при заполнении
не менее 30%, толщине слоя не менее 0,2 мм, 45 мм/сек;*
* *Толщина стенки детали не менее 1 мм;*
* *Габариты размещенных для печати деталей не более 200х200х200;*
* *Наличие визуализации;*
* *Возможность изготовления на 3D принтере;*
* *Функциональность модели;*
* *Демонстрация места сопряжения моделируемой детали с узлом коптера;*
* *Оформление чертежа разработанного узла
(указание габаритных размеров разработанного узла и монтажных отверстий сопрягаемых деталей разработанного узла, заполнение основной надписи, размещение видов, общая читаемость чертежа, наличие изометрии).*

**Программирование автономногополета**

* **Время выполнения:** 4 часа.
* **Оценка:** измеримые и судейские аспекты.
* **Задание:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
|  |
| 1 | Установка на БПЛА оборудование, необходимое для автономного полета, Установка камеры и RaspberryPi, дополнительного оборудования | 60 мин | measurement |
| 2 | Настройка оборудования (необходимо продемонстрировать экспертам и получить подпись) |
|  |
| 3 | Программирование и отладка на полигоне: переход в Position, автономный взлёт и посадка, пролёт трассы и выполнение миссий в автономном режиме  | 170 мин | measurement |
| 4 | Зачетная попытка | 10 мин | measurement, Judgement |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **4 часа** |

* **Оборудование для выполнения задания:**

Учебный набор квадрокоптера по компетенции Эксплуатация Беспилотных Авиационных Систем "СОЕХ Клевер 4 WorldSkillsRussia". Система навигации по Aruco-меткам. Дополнительные датчики, совместимые с RaspberryPi. Ноутбук.

* **Условия выполнения модуля:**
* Участник должен уметь «перехватить» коптер в режим ручного управления
в случае непредвиденных ситуаций. Проверяется во время тестового взлета в автономном режиме.
* Все установочные параметры и полностью настроенный образ операционной системы с установленными библиотеками выдаются участникам перед модулем. Также на ноутбуки участников копируется исходный файл образа. Участник имеет право перезаписать образ самостоятельно.
* На площадке находится эталонный инструмент измерения (линейка). При поломке оборудования конкурсант производит починку в основное конкурсное время самостоятельно.
* Время одного тестового полета *ограничено* и составляет не более 5ти минут,
считая от входа в полетную зону. Попытки тестирования не ограничены. Тестирование можно проводить в любой из полетных зон.
* Очередность выхода участников на поле регулируется экспертами:
* Во время отладки программы: ***не более 7 мин.***
* Во время проверочных взлетов: ***не более 5 мин.***
* Во время зачетного пролета: ***не более 10 мин.*** На подготовку к зачетной попытке отводится ***2 мин.***
* При снятии параметров и измерений на поле может находится более 1 конкурсанта: ***не более 5 мин.***
* Количество зачетных попыток - 1. При совершении зачетной попытки, конкурсанту необходимо обозначить это экспертам и убедиться, что присутствуют 3 эксперта.

|  |  |
| --- | --- |
| Разрешенные действия | Запрещенные действия |
| Использование следующего ПО:* Putty
* Notepad ++
* WinSCP / др. SFTP клиент
* ArduinoIDE
* Etcher
* Текстовый редактор
* Любая оболочка/среда разработки языка программирования Python
 | Вход в мессенджеры, облачные хранилища, почту, форумы и соц. сети. (при ошибочном переходе по ссылке, она должна быть закрыта в течение 15 секунд).***Запосещение ограниченных в данном конкурсном задании интернет ресурсов баллы, набранные участником за данный модуль, обнуляются.*** |
| Использование встроенной документации | Использование собственных носителей информации. Запрещено приносить на рабочее место какие-либо записи. ***Штраф согласно ТО.*** |
| Доступ к перечисленным интернет-ресурсам: - Gitbook, справочники команд языка программирования Python, справочные материалы по Arduino, ROS,распиновка применяемых плат и датчиков, коды цветов. | Размещение на ноутбуке конкурсанта и использование в конкурсе домашних программ-заготовок, готовых кодов.***За нарушение данного правила баллы, набранные участником за программирование полёта, обнуляются.*** |

* **Ожидаемый результат выполнения модуля:**
* На БПЛА установлено все необходимое оборудование.
* Работоспособность оборудования продемонстрирована экспертам. Получены все подписи на Конкурсном задании в отведенное время.
* Написана программа для автономного выполнения коптером поставленной задачи и пролета по заданной траектории.
* Автономный полет по заданной траектории с выполнением поставленной миссии совершен.
* Коптер и флешка с кодом программы сданы экспертам.

* **Примерполигона с описанием миссии:**

Выполнить автономный пролет по трассе с заранее известными препятствиями, облететь их.

Поле с Aruco-метками

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\examp\Desktop\Без имени1.jpg | *Напольные aruco-метки, тумба, передвижная стена, ворота, кольца, взлетно-посадочная площадка.* |

* **Список задач:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ***Задача*** | ***Действие*** | ***Подпись экспертов*** |
|  |
| ***1*** | **Установка на БПЛА оборудования, необходимого для автономного полета** | *Установить RaspberryPi 3* |  |
| *Установить камеру RPi* |  |
| *Установить светодиодную ленту* |  |
|  |  |
| *Подключение питания к RaspberryPi* |  |
| *Подключение камеры к RaspberryPi* |  |
| *Подключение светодиодной ленты (питание и сигнал)* |  |
|  |  |
| ***2*** | **Настройка оборудования** | *Загрузка необходимых параметров в полетный контроллер* |  |
| *Демонстрация работы камеры* |  |
| *Настройка фокусировки камеры* |  |
| Продемонстрировать *управление светодиодной лентой через программу (терминал)*  |  |
| *Демонстрация подключения RPiи Полетного контроллера* |  |
| Демонстрация *наличия соединения между Rpiи полетным контроллером через терминал (connected: true) mavros /state или gettelemetry* |  |
|  |  |

|  |
| --- |
|  |
| ***3*** | **Проверочный взлет****и тестовый автономный взлет** | *Зависание Position* |  |
| *Безопасная посадка в ручном режиме* |  |
| *Автономный взлет* |  |
| *Автономное зависание (не менее 1,5 м на 5сек)* |  |
| *Автономная посадка и автономный Disarm(подчеркнуть выполненное)* |  |
| ***4*** | **Написание программы для автономного полета.****Все элементы выполняются в автономном режиме** | *Взлет + светодиодная индикация,цвет зеленый* |  |
| *Зависание (не менее 1,5 м на 3 сек)световая индикация - фиолетовая* |  |
| ***Перелет в точку В.*** |  |
| ***Облёт тумбы.****Направление облёта (справа/слева)* *вводится участником в терминале перед полетом на усмотрение эксперта.* |  |
| ***Разворот (точкаD).****Разворот за любое количество итераций.*  |  |
| *Посадка БПЛА в автономном режиме; Disarm после посадки.* |  |
| ***5*** | **Завершение задания** |  |  |

***Участник*** *демонстрирует экспертам выполнение каждой задачи*. ***Эксперты*** *фиксируют выполнение задачи, закрепляют подписью в ведомости.*

Подмодуль F-1 необходимо выполнить в течение 1-го **часа**
(продемонстрировать экспертам и получить подпись).

**Эксплуатация полезной нагрузки**

* **Время выполнения:** 2 часа.
* **Оценка:** измеримые и судейские аспекты.
* **Задание:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  **№** | **Задание** | **Время** | **Оценка** |
| 1 | Внесение изменения в конструкцию коптера (установкаполезной нагрузки (захвата) на коптер и оборудование системы полезной нагрузки световой индикацией). Настройка оборудования. | 100 мин | measurement |
| 2 | Предполётная подготовка. Тестовые испытания системы полезной нагрузки / захватывающего устройства | 10 мин | measurement |
| 3 | Выполнение полетного задания с системой полезной нагрузки / захватывающим устройством | 10 мин | measurement |
|  | **Общее время выполнения модуля** | **2 часа** |

* **Оборудование для выполнения задания:**

Учебный набор квадрокоптера по компетенции Эксплуатация Беспилотных Авиационных Систем "СОЕХ Клевер 4 WorldSkillsRussia".
 Система полезной нагрузки / захватывающее устройство.

* **Условия выполнения модуля:**
* Установка и работоспособность захватывающего устройства / системы полезной нагрузки, в том числе световой индикации должна быть продемонстрирована экспертам до начала зачетных попыток. После баллы за установку и настройку начисляться не будут.
* Полетное задание может включать в себя:
* Взлет.
* Захват объекта.
* Перемещение объекта в пределах полетной зоны.
* Пролет с грузом через препятствия (1 круг, 10 грузов, 10 препятствия) за отведенное время (4 мин). Время предполетной подготовки перед попыткой - 2 мин (разрешены полеты по трассе с прохождением элементов и захватом грузов).Время на устранение поломок, появившихся или обнаруженных во время выполнения зачетной попытки, входит в конкурсное время участника (время не останавливается).
За касание пола, сетки, элементов трассы начисляется штраф.
* Посадку в указанное место с грузом / без груза.
* Время тестирования в полетной зоне составляет 2 минуты. Очередность регулируется экспертами. Количество тренировочных попыток - не более 2.
* **Ожидаемый результат выполнения модуля:**
* На БПЛА установлено все необходимое оборудование.
* Работа системы полезной нагрузки / захвата явно отображается световой индикацией.
* Выполнены задачи по переносу / перемещению объектов на полигоне (БПЛА произвел захват 10 грузов, пролетел с ними через указанные препятствия и доставил в зону выгрузки за кратчайшее время).

* **Примерполигона с описанием миссии:**

Необходимо произвести захват 10 грузов, пролет с каждым грузом через закрепленное за ним препятствие, доставку всех грузов в зону выгрузки.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Модуль Эксплуатация полезной нагрузки** | **Упражнение №1** | **Точность выгрузки,** **скорость, количество груза** |
| Безымянный |  | Место доставки грузов две области |
|  | Точка забора груза |
|  | 2х ярусные ворота |
|  | Окно второй этаж |
|  | Траектория переноса груза |
| **Описание задания** | **Основныетребования к результату** |
| На трассе - 10 точек с грузом и 1 место выгрузки | Соблюдение предложенной трассы  |
| Совершить захват грузов в указанных точках | При переносе груз не должен быть утерян |
| Выполнить перенос груза в зону выгрузки, пролетев через закрепленные за грузами препятствия | Касания пола, сетки и элементов трассы не допускаются |
| Время выполнения полетного задания  | Максимальное время выполнения задания **4 мин** |

ПРИЛОЖЕНИЯ к КЗ Открытого чемпионата 2020

Приложение 1 Тулбокс

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Обязательный ТУЛБОКС**  | **КОНКУРСАНТ ПРИВОЗИТ С СОБОЙ** |
|  | ***Наименование*** |  |
| 1 | Отвертка с набором бит для точной работы FIT 56188 или аналог | [http://www.220-volt.ru/catalog-123104/или](http://www.220-volt.ru/catalog-123104/%D0%B8%D0%BB%D0%B8) аналог |
| 2 | Бокорезы (боковые кусачки) "Мини" 115 мм | <http://www.fitinstrument.ru/catalog/handtool/4000000/4800000/51000/catalog-view-51025.html> или аналог |
| 3 | Плоскогубцы "Мини" 125 мм | <http://www.fitinstrument.ru/catalog/handtool/4000000/4800000/51000/catalog-view-51255.html> или аналог |
| 4 | Плоскогубцы "Fine", 160 мм (Hobbi) | <https://mastermarket.info/home/12431-ploskogubcy-fine-160-mm-hobbi.html> или аналог |
| 5 | Клещи для зачистки и обжимки проводов 225мм Hans 1932-09 | <http://steelmotors.ru/1932-09> или аналог |
| 6 | REXANT Пинцет прямой с острыми кончиками 120 мм. 1202938 | <http://anlan.ru/catalog/14267> или аналог |
| 7 | Пинцет антистатический | <https://air-hobby.ru/katalog/product/1752-pintset-antistaticheskiy.html> или аналог |
| 8 | Штангенциркуль металлический тип 1, класс точности 2, 125мм, шаг 0,1мм [3445-125] | <http://www.computermarket.ru/main/catalog/catid/1357130.aspx> или аналог |
| 9 | Ключ для пропеллеров, 8 мм | [https://air-hobby.ru/katalog/product/1864-klyuch-dlya-propellerov.htmlили](https://air-hobby.ru/katalog/product/1864-klyuch-dlya-propellerov.html%D0%B8%D0%BB%D0%B8) аналог |
| 10 | Набор надфилей, 160 х 4мм, 10 шт., обрезиненные рукоятки MATRIX | <http://matrixtm.ru/product/7247/> или аналог |
| 11 | Усиленный нож 25мм, 5 лезвий в комплекте Inforce GW 06-02-06 | [http://ryazan.vseinstrumenti.ru/ruchnoy-instrument/dlyashtukaturno-otdelochnyh-rabot/stroitelnye-nozhi/kantselyarskie/inforce/usilennyj-25mm-5-lezvij-vkomplekte-gw-06-02-06/](http://ryazan.vseinstrumenti.ru/ruchnoy-instrument/dlyashtukaturno-otdelochnyh-rabot/stroitelnye-nozhi/kantselyarskie/inforce/usilennyj-25mm-5-lezvij-v-komplekte-gw-06-02-06/) или аналог |
| 12 | Торцевые кусачки мини | <https://www.ulmart.ru/goods/3554775#tab-reviews> или аналог |
| 13 | Батарейки АА (4 шт.) | <http://www.vseinstrumenti.ru/electrika_i_svet/el_teh_prod/batarejki/kosmos/kosmos_element_pitaniya_s_r6s_up.4sht_kosmos_kocr6/> или аналог |
| 14 | Рулетка | <https://leroymerlin.ru/product/ruletka-systec-3> или аналог |
| 15 | Халат защитный | <https://global-sp.ru/products/khalat_rabochiy_muzhskoy_be> или аналог |
| 16 | Очки защитные прозрачные | <http://www.vseinstrumenti.ru/spetsodez> или аналог |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 17 | Мультиметр |  |
| 18 | Камера FPV | [https://air-hobby.ru/katalog/product/2512-kamera-kingkong-199c.htmlили](https://air-hobby.ru/katalog/product/2512-kamera-kingkong-199c.html%D0%B8%D0%BB%D0%B8) аналог |
| 19 | Линза для камеры FPV | [https://air-hobby.ru/katalog/product/2257-linza-runcam-dlya-micro-kamer-fov-145-degree-13q-23mm.htmlили](https://air-hobby.ru/katalog/product/2257-linza-runcam-dlya-micro-kamer-fov-145-degree-13q-23mm.html%D0%B8%D0%BB%D0%B8) аналог |
| 20 | Передатчик FPV 5.8 ГГц | [https://air-hobby.ru/katalog/product/914-peredatchik-fpv-58-ghz-ts832-40ch-race-band.htmlили](https://air-hobby.ru/katalog/product/914-peredatchik-fpv-58-ghz-ts832-40ch-race-band.html%D0%B8%D0%BB%D0%B8) аналог |
| 21 | Передатчик FPV 5.8 ГГц | [https://air-hobby.ru/katalog/product/914-peredatchik-fpv-58-ghz-ts832-40ch-race-band.htmlили](https://air-hobby.ru/katalog/product/914-peredatchik-fpv-58-ghz-ts832-40ch-race-band.html%D0%B8%D0%BB%D0%B8) аналог |
| 22 | Учебный набор квадрокоптера по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем "COEX Клевер 4 WorldSkillsRussia" | <https://copterexpress.ru/> |
| 23 | Ремкомплект, предназначенный для всей линейки квадрокоптеров COEX Клевер 4 | <https://copterexpress.ru/> |
|  |  |  |