



ВСЕРОССИЙСКОЕ
ЧЕМПИОНАТНОЕ
ДВИЖЕНИЕ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ
МАСТЕРСТВУ

КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ КОМПЕТЕНЦИИ

«Эксплуатация беспилотных авиационных систем»

(наименование этапа) Чемпионата по профессиональному
мастерству «Профессионалы» в 2024 г.

2024 г.

Новый Уренгой, 2024 г.

Конкурсное задание разработано экспертным сообществом и утверждено Менеджером компетенции, в котором установлены нижеследующие правила и необходимые требования владения профессиональными навыками для участия в соревнованиях по профессиональному мастерству.

Конкурсное задание включает в себя следующие разделы:

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ	6
1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ	6
1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ»	6
1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ.....	15
1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ.....	15
1.5.2. Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив)	19
2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ.....	28
2.1. Личный инструмент конкурсанта	310
2.2. Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке	<u>38</u>
3. Приложения	39

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

1. БАС - беспилотная авиационная система (unmanned aircraft system - UAS) - комплекс, включающий одно или несколько беспилотных ВС, оборудованных системами навигации и связи, средствами обмена данными и полезной нагрузкой, а также наземные технические средства передачи-получения данных, используемые для управления полетом и обмена данными о параметрах полета, служебной информацией и информацией о полезной нагрузке такого или таких ВС, и канал связи со службой управления воздушным движением.
2. БВС - беспилотное воздушное судно (unmanned aircraft - UA) - воздушное судно, управляемое в полете пилотом, находящимся вне борта такого ВС, или выполняющее автономный полет по заданному предварительно маршруту. Синоним БЛА, БПЛА - беспилотный летательный аппарат (unmanned aircraft - UA)
3. Мультикоптер (multicopter), мультиротор - летательный аппарат с произвольным числом несущих винтов.
4. Квадрокоптер (quadrocopter/quadrotor) - беспилотное воздушное судно с четырьмя несущими винтами, вращающимися попарно в противоположных друг другу направлениях.
5. Летающее крыло — разновидность аэродинамической схемы планера самолёта типа «бесхвостка» с редуцированным фюзеляжем, роль которого играет крыло, несущее все агрегаты и полезную нагрузку.
6. Оператор БПЛА — это специалист по дистанционному управлению беспилотными летательными аппаратами, который также отвечает за их обслуживание и выполнение поставленной задачи, например, за наблюдение за объектом, анализ территории или видеосъемку.
7. НСУ - наземная станция управления - предназначена для полного управления полетом: проведения предполетных проверок, запуска БВС, создания полетного задания, управления БВС во время полета, управления целевыми нагрузками, приема и обработки данных с БВС, посадки БВС.
8. АКБ - аккумуляторная батарея - для коптеров используют LiPo аккумуляторы (сокращенно от "Lithium Polymer«)
9. Стабилизатор напряжения (BEC) - система стабилизации питания приёмника, полётного контроллера и другого оборудования от силовой батареи, имеющей напряжение, как правило, выше, чем то, на которое рассчитано это оборудование.
10. Полётный контроллер - электронное устройство, управляющее полётом летательного аппарата. Термин применяется к беспилотным летательным аппаратам.
11. Плата распределения питания (PDB) - плата распределяет питание от аккумулятора на все микросхемы и модули дрона, напрямую подаёт напряжение на регуляторы оборотов и двигателя.
12. Регулятор оборотов (ESC) - позволяет полётному контроллеру управлять скоростью и направлением вращения двигателя.
13. Прошивка (Firmware) - микропрограмма, заложенная в полетный контроллер, отвечающая за расчет положения коптера в пространстве, обрабатывающая команды с приемника, полетные режимы и т.д.

14. Акселерометр - датчик, способный определить положение коптера относительно горизонта. Его наличие помогает контроллеру выравнять коптер в "горизонт".
15. Гироскоп - датчик, реагирующий на изменение углов ориентации коптера, относительно его предыдущего положения в пространстве.
16. Компас (магнитометр) - датчик, отвечающий за определение направления движения коптера относительно сторон света.
17. Kill Switch - аварийное отключение моторов.
18. Арм дизарм (arm, disarm) – включение и выключение моторов
19. PID-регуляторы - это часть программного обеспечения контроллера полета, которое считывает данные с датчиков и вычисляет, насколько быстро двигатели должны вращаться, чтобы сохранить желаемую скорость. Целью ПИД-регулятора является исправление «ошибки» - разницы между измеренным гироскопом значением и желаемой скоростью вращения. «Ошибка» может быть минимизирована путем настройки управляющих входов в каждом контуре.
20. Крен (Roll), Тангаж (Pitch), Рыскание (Yaw) - три угла поворота, которые задают ориентацию летательного аппарата относительно нормальной системы координат (относительно его центра инерции по трём осям).
21. MP – местный режим использования воздушного пространства
22. VP – временный режим использования воздушного пространства
23. ЕС ОрВД – Единая служба организации воздушного движения
24. ВП – воздушное пространство
25. ИВП – использование воздушного пространства
26. AGL – высота относительно поверхности
27. AMSL – высота над уровнем моря
28. VT – воздушная трасса
29. МВЛ – местная воздушная линия
30. ЦММ – цифровая модель местности
31. ЦМР – цифровая модель рельефа
32. Глобальная спутниковая навигационная система (ГНСС) – это система, позволяющая определять пространственное положение объектов местности путем обработки принимающим устройством спутникового сигнала.
33. GPS (Global Positioning System — система глобального позиционирования) — спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат WGS 84.
34. KML – это формат файлов, который используется для отображения географических данных в геобраузерах, таких как Google Планета Земля, Google Карты.
35. FPV – сокращенное название системы управления полетами от «первого лица» – First Person View.
36. Видеопередатчик (VTX) — это устройство, которое принимает видеосигнал с FPV камеры квадрокоптера, преобразовывает его в видеосигнал определенной частоты и передает на принимающее устройство пилота, например, в шлем или очки.
37. OSD (On Screen Display) — т.е. дисплей на экране или меню на экране (т.е. поверх основной картинки, как правило с камеры, отображается какая-то дополнительная информация, в основном текстовая).
38. DVR (Digital Video Recorder) – это устройство, позволяющее записывать видео

39. Полезная нагрузка - элементы и подсистемы БВС, предназначенные для обеспечения эксплуатации БАС в соответствии с функциональным назначением, расширения функциональных возможностей БАС по назначению, не входящие в перечень основных подсистем БВС и устанавливаемые (подвешиваемые) на БВС по мере необходимости.
40. Система автоматизированного проектирования (САПР) или CAD (Computer-Aided Design) - программный пакет, предназначенный для создания чертежей, конструкторской и/или технологической документации и/или 3D моделей.
41. Аддитивные технологии (англ. Additive Manufacturing) — технологии послойного наращивания и синтеза объектов.
42. CNC - Computer numerical control - представляет собой современное направление в разработке техники различного назначения, базирующееся на использовании цифровых электронных устройств в системе управления. В России оно известно, как числовое программное управление (ЧПУ).
43. 3D-печать - это производственный процесс, при котором 3D-принтер создает трехмерные объекты путем нанесения материала слоями, в соответствии с цифровой 3D-моделью объекта.
44. Слайсер - это компьютерная программа, подготавливающая для 3D-принтера цифровую модель объекта для печати. Позволяет нарезать 3D-модель, сохраненную в файле формата STL на плоские параллельные слои.
45. G-code - это программа для машин и станков с числовым программным управлением. Для 3d принтеров он формируется программой слайсером.
46. PLA (полилактид) - биоразлагаемый и биосовместимый 3D-пластик, получаемый из сырья растительного происхождения. В отличие от ABS он не требует специальных условий, нет необходимости в подогреваемом столе или термостабилизационной камере.
47. PETG – это износостойкий сополиэфир (комбинация). PET означает полиэтилентерефталат, а G говорит о том, что он модифицирован гликолем для большей долговечности. Прочный материал, исключительно крепкий и без запаха при печати.
48. Raspberry Pi - одноплатный компьютер, созданный на базе мобильного микропроцессора ARM.
49. GPIO (General-Purpose Input/Output) – это тип пинов на Raspberry Pi, напряжение на которых можно программно подавать и измерять. Также на некоторых пинах реализован аппаратный ШИМ (PWM). Интерфейс GPIO может быть использован для управления различной периферией: светодиодами, электромагнитами, электромоторами, сервоприводами и т.д.
50. Ультразвуковой дальномер («сонар») — это датчик расстояния, принцип действия которого основан на измерении времени распространения звуковой волны (с частотой около 40 кГц) до препятствия и обратно. Сонар может измерять расстояние до 1,5–3 м с точностью до нескольких сантиметров.
51. Адресная светодиодная лента – это лента с RGB-светодиодами со встроенными чипами, для индивидуального управления параметрами свечения.
52. Ардуино - это открытая программируемая аппаратная платформа для работы с различными физическими объектами и представляет собой простую плату с микроконтроллером, а также специальную среду разработки для написания программного обеспечения микроконтроллера.

53. ARUco-маркеры - технология визуальных маркеров позволяет рассчитать позицию дрона относительно распознанных маркеров и передать эту информацию в полетный контроллер.

1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

1.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕБОВАНИЯХ КОМПЕТЕНЦИИ

Требования компетенции (ТК) «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» определяют знания, умения, навыки и трудовые функции, которые лежат в основе наиболее актуальных требований работодателей отрасли.

Целью соревнований по компетенции является демонстрация лучших практик и высокого уровня выполнения работы по соответствующей рабочей специальности или профессии.

Требования компетенции являются руководством для подготовки конкурентоспособных, высококвалифицированных специалистов / рабочих и участия их в конкурсах профессионального мастерства.

В соревнованиях по компетенции проверка знаний, умений, навыков и трудовых функций осуществляется посредством оценки выполнения практической работы.

Требования компетенции разделены на четкие разделы с номерами и заголовками, каждому разделу назначен процент относительной важности, сумма которых составляет 100.

1.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ СПЕЦИАЛИСТА ПО КОМПЕТЕНЦИИ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ»

Перечень видов профессиональной деятельности, умений и знаний и профессиональных трудовых функций специалиста (из ФГОС/ПС/ЕТКС..) и базируется на требованиях современного рынка труда к данному специалисту

Таблица №1

Перечень профессиональных задач специалиста

№ п/п	Раздел	Важность в %
1	Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее - Специалист должен знать и понимать: • Правила и порядок, установленные воздушным законодательством Российской Федерации, получения разрешения на использование воздушного пространства, в том числе при выполнении полетов над населенными пунктами, при выполнении авиационных работ • Нормативные правовые акты об установлении	14

запретных зон и зон ограничения полетов;
порядок получения информации о запретных зонах и зонах ограничения полетов

- Нормативные правовые акты, регламентирующие организацию и выполнение полетов беспилотным воздушным судном
- Порядок организации и выполнения полетов беспилотным воздушным судном в сегрегированном воздушном пространстве
- Основы воздушной навигации, аэродинамики и метеорологии в объеме, необходимом для подготовки и выполнения полета беспилотным воздушным судном максимальной взлетной массой до 10 килограммов в ожидаемых условиях эксплуатации
- Требования эксплуатационной документации
- Летно-технические характеристики беспилотной авиационной системы и влияние на них эксплуатационных факторов
- Порядок планирования полета беспилотного воздушного судна и построения маршрута полета
- Порядок подготовки программы полета и загрузки ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) (при наличии) беспилотного воздушного судна
- Специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового журналирования операций
- Порядок проведения предполетной подготовки беспилотной авиационной системы и ее элементов
- Правила ведения и оформления полетной и технической документации, требования к ведению и оформлению полетной и технической документации, в том числе в цифровом виде с использованием специализированных сервисов

- Специалист должен уметь:

- Использовать специализированные цифровые платформы полетно-информационного обслуживания и сервисы цифрового

	<p>журналирования операций</p> <ul style="list-style-type: none"> • Анализировать метеорологическую, орнитологическую и аэронавигационную обстановку • Использовать специальное программное обеспечение для составления программы полета и ввода ее в бортовой навигационный комплекс (автопилот) (при наличии) беспилотного воздушного судна • Составлять полетное задание и план полета • Составлять полетные программы с учетом особенностей функционального оборудования полезной нагрузки, установленного на беспилотном воздушном судне и характера перевозимого внешнего груза • Оценивать техническое состояние и готовность к использованию беспилотной авиационной системы • Оформлять полетную и техническую документацию 	
2	<p>Управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее</p> <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Нормативные правовые акты, регламентирующие порядок использования воздушного пространства Российской Федерации, производства полетов беспилотными воздушными судами • Порядок производства полетов беспилотными воздушными судами в сегрегированном воздушном пространстве • Основы аэронавигации, аэродинамики, метеорологии в объеме, необходимом для выполнения безопасного полета беспилотным воздушным судном • Требования эксплуатационной документации, летно-технические характеристики и эксплуатационные ограничения беспилотного воздушного судна • Основы авиационной электросвязи, правил 	25

	<p>ведения радиосвязи и фразеологии применительно к полетам по правилам визуальных полетов и правилам полетов по приборам</p> <ul style="list-style-type: none"> • Порядок действий экипажа при нештатных и аварийных ситуациях • Технология выполнения авиационных работ, характеристики используемых веществ и оборудования • Порядок проведения послеполетных работ • Правила ведения и оформления полетной и технической документации, требования к ведению и оформлению полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций • Связь человеческого фактора с безопасностью полетов • Ответственность за нарушение правил использования воздушного пространства, безопасной эксплуатации воздушного судна 	
	<p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Осуществлять запуск беспилотного воздушного судна • Осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета одного беспилотного воздушного судна • Распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов • Определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления • Принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета беспилотным воздушным судном • Выполнять послеполетные работы • Оформлять полетную и техническую документацию, в том числе в цифровом виде с использованием специализированных сервисов 	
3	Техническое обслуживание беспилотных	8

авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее

- Специалист должен знать и понимать:

- Требования эксплуатационной документации к техническому обслуживанию беспилотной авиационной системы
- Перечень и содержание работ по видам технического обслуживания беспилотных авиационных систем, порядок их выполнения
- Назначение, устройство и принципы работы элементов беспилотной авиационной системы
- Порядок подготовки к работе инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной аппаратуры для выполнения технического обслуживания беспилотной авиационной системы
- Порядок и технология выполнения всех видов технического обслуживания беспилотной авиационной системы и ее элементов, а также специальных работ
- Классификация неисправностей и отказов беспилотной авиационной системы, методы их обнаружения и устранения
- Порядок установки и снятия съемного оборудования беспилотного воздушного судна
- Требования охраны труда и пожарной безопасности
- Правила использования цифровых технологий при обновлении программного обеспечения и калибровке беспилотной авиационной системы
- Правила ведения и оформления технической документации беспилотной авиационной системы

- Специалист должен уметь:

- Читать эксплуатационно-техническую документацию беспилотных авиационных систем и их элементов, чертежи и схемы
- Оценивать техническое состояние элементов беспилотных авиационных систем
- Осуществлять подготовку и настройку

	<p>элементов беспилотных авиационных систем</p> <ul style="list-style-type: none"> • Выполнять техническое обслуживание элементов беспилотной авиационной системы в соответствии с эксплуатационной документацией • Использовать необходимые для работы инструменты, приспособления и контрольно-измерительную аппаратуру • Обслуживать аккумуляторные батареи элементов беспилотных авиационных систем • Устанавливать съемное оборудование на беспилотное воздушное судно, снимать съемное оборудование • Использовать взлетные устройства (приспособления) • Производить работы при хранении беспилотных авиационных систем, установленные в эксплуатационной документации • Использовать цифровые технологии при обновлении программного обеспечения и калибровке беспилотной авиационной системы • Оформлять техническую документацию 	
4	<p>Ремонт беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее</p> <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Назначение, устройство и принципы работы беспилотной авиационной системы и ее элементов • Порядок подготовки к работе рабочего места, инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной аппаратуры • Классификация и признаки отказов, неисправностей беспилотной авиационной системы, методы их обнаружения и устранения • Технология выполнения текущего и контрольно-восстановительного ремонта • Правила ведения и оформления технической документации беспилотной авиационной системы 	12

	<p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать инструменты, контрольно-измерительные приборы и приспособления в процессе ремонта элементов беспилотной авиационной системы • Применять эксплуатационную и ремонтную документацию беспилотной авиационной системы в процессе диагностики и ремонта элементов беспилотной авиационной системы • Оценивать техническое состояние беспилотных авиационных систем • Выявлять и устранять отказы и неисправности при функционировании элементов беспилотной авиационной системы • Оформлять техническую документацию 	
	<p>Эксплуатация и обслуживание функционального оборудования полезной нагрузки беспилотного воздушного судна, систем передачи и обработки информации, а также систем крепления внешних грузов</p>	
5	<p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Общие сведения об обслуживаемых беспилотных воздушных судах • Правила технической эксплуатации, регламенты и технологии обслуживания систем функциональной полезной нагрузки беспилотного воздушного судна • Состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий для сбора и передачи информации; • Влияние установки системы функционального оборудования и центровки на летные характеристики и поведение БВС в полете • Методы обработки полученной полетной информации, возможных неисправностей оборудования, способы их обнаружения и устранения 	21
	<p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать системы крепления внешнего груза для осуществления доставки с помощью 	

	<p>беспилотных авиационных систем с использованием дистанционно пилотируемого воздушного судна и автоматического управления посредством посадки, спуска и сброса</p> <ul style="list-style-type: none"> • Использовать бортовые системы регистрации полетных данных, сбора и передачи информации, включая системы фото- и видеосъемки, а также иные системы мониторинга земной поверхности и воздушного пространства • Осуществлять наладку, настройку, регулировку и проверку оборудования и систем в лабораторных условиях и на беспилотном воздушном судне • Осуществлять обработку данных, полученных при использовании дистанционно пилотируемых воздушных судов • Вести эксплуатационно-техническую документацию, разрабатывать инструкции и другую техническую документацию 	
6	<p>Сборка узлов беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее</p> <p>- Специалист должен знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Основные понятия схемотехники • Принципы проектирования БАС • Современные технологии, применяемые при проектировании, конструировании и изготовлении БВС и его отдельных узлов • Особенности взаимодействия электронных компонентов БВС • Устройство бесколлекторного двигателя и принципы его работы • Устройство полетного контроллера и принципы его работы • Характеристики, способы и методы производства моделей БВС • Условия применения разных марок припоев, флюсов • Влияние демонтажа отдельных элементов на 	20

	<p>работу общей системы БАС</p> <ul style="list-style-type: none"> • Правила эксплуатации ручного и электроинструмента, требования охраны труда, применяемые СИЗ 	
	<p>- Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Пользоваться конструкторской документацией, читать чертежи и схемы узлов БВС • Составлять конструкторскую документацию в соответствии с ЕСКД • Выполнять чертежи и модели объектов в САПР • Работать с контрольно-измерительным инструментом • Пользоваться паяльным оборудованием и сборочным инструментом • Выполнять пайку несложных электрических схем • Обладать общим пользовательским навыком работы с 3D принтерами и лазерными резаками, другими видами станочного оборудования, применяемыми в отрасли • Выполнять сборочные операции с применением необходимой технологической оснастки • Устанавливать собираемые детали в сборочное приспособление по базовым отверстиям, фиксировать собираемый узел 	

1.3. ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМЕ ОЦЕНКИ

Сумма баллов, присуждаемых по каждому аспекту, должна попадать в диапазон баллов, определенных для каждого раздела компетенции, обозначенных в требованиях и указанных в таблице №2.

Таблица №2

Матрица пересчета требований компетенции в критерии оценки

Критерий/Модуль							Итого баллов за раздел ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ
Разделы ТРЕБОВАНИЙ КОМПЕТЕНЦИИ		А	Б	В	Г	Д	
	1	8	2	3,3		0,7	14
	2	2	16	3,3		3,7	25
	3	0,4	2	3,9		1,7	8
	4			12			12
	5	9,6				11,4	21
	6			2,5	15	2,5	20
Итого баллов за критерий/модуль		20	20	25	15	20	100

1.4. СПЕЦИФИКАЦИЯ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИИ

Оценка Конкурсного задания будет основываться на критериях, указанных в таблице №3:

Таблица №3

Оценка конкурсного задания

Критерий	Методика проверки навыков в критерии	
А Мониторинг	Составление плана полета/ разрешения на полет	Сверка с эталонным документом
	Составление и выполнение схемы маршрута	Производится сравнение полета и заявленной схемы во время выполнения зачетной попытки. Проверяется правильность автоматической миссии.
	Подготовка и настройка оборудования	Проверяется экспертами перед зачетной попыткой согласно отраслевой инструкции
	Выполнение полета (съемки)	Проверяется точность пилотирования / качество автоматического полета с соблюдением ТБ и др. во время выполнения зачетной попытки. Дополнительно зачетный полет записывается на видео

		экспертом-компатриотом или экспертом, ответственным за съемку.
		Подготовка и сдача отчетности
		Проверяется корректность составления отчетной документации, своевременность сдачи отчета, качество полученного при съемке материала и др. по окончании модуля на основе предоставленных конкурсантом материалов.
Б	FPV пилотирование	Предполётная подготовка
		Полеты
		Поиск и устранение неисправностей
		Правильность подключения и работоспособность установленного оборудования – проверяется тремя экспертами по готовности конкурсанта продемонстрировать текущий блок задания, в КЗ конкурсанта ставится 3 подписи проверяющих экспертов.
		Проверяется во время выполнения зачетной попытки. Выполнение задания дополнительно записывается на видеоэкспертом-компатриотом или экспертом, ответственным за съемку.
		Проверяется 3-мя экспертами по окончании модуля, при проверке используется дефектная ведомость конкурсанта. Оценивается путем сравнения с эталонным решением / эталонной дефектной ведомостью.
В	Диагностика и ремонт БПЛА	Настройка и проверка работоспособности (включает взлёт, зависание, пролёт по трассе в визуальном режиме)
		Подбор комплектующих
		Подготовка и сдача отчетности
		Организация труда
		Проверяется во время выполнения зачетной попытки. Выполнение задания дополнительно записывается на видеоэкспертом, ответственным за съемку.
		Проводится сверка полученных значений и выбранных компонентов с эталонными
		Отчетность собирается экспертами в установленное в КЗ время и оценивается по окончании модуля путем сравнения с эталонными документами.
Г	Сборка узла коптера	Сборка электрической схемы и корпуса узла
		Монтаж узла
		Тестовые испытания узла
		Организация труда
		Проверяется во время выполнения модуля, путем приемки необходимых блоков задания в отведенное время.
		Проверяется соответствие узла предоставленной схеме, корректность сборки
		Проверяется узел, установленный на коптер, а также выбор способа и места крепления узла.
		Оценивается поведение и целостность узла при тестовых нагрузках.

Д	Эксплуатация полезной нагрузки		Дополнительно зачетный полет записывается на видео экспертом, ответственным за съемку.
		Монтаж оборудования	Оценивается правильность подключения и работоспособность установленного оборудования - тремя экспертами по готовности конкурсанта продемонстрировать текущий блок задания, в КЗ конкурсанта ставится 3 подписи проверяющих экспертов.
		Управление полезной нагрузкой в полете	Оценивается во время зачетной попытки. Дополнительно зачетный полет записывается на видео экспертом, ответственным за съемку. Данные о выполнении зачетной попытки заносятся экспертами на лист А4 со схемой трассы.
		Полеты по трассе с полезной нагрузкой	Оценивается во время зачетной попытки. Дополнительно зачетный полет записывается на видео экспертом, ответственным за съемку. Данные о выполнении зачетной попытки заносятся экспертами на лист А4 со схемой трассы.

Сквозные навыки (оцениваются во всех модулях)		
ТБ при пайке и монтаже/демонтаже оборудования	Использование средств защиты, пайка в очках, эксплуатация оборудования и материалов	В соответствии с инструкцией по ТБ и тех. характеристиками
ТБ при предполетной подготовке	Пропеллеры сняты при вкл АКБ на рабочем месте, взлет	После разрешения и в присутствии Эксперта
ТБ при полетах	kill switch и disarm после полета, вкл-выкл АКБ внутри сетки, нахождение пилота за сеткой при запуске коптера, коптер не включался при нахождении людей в сетке.	В соответствии с инструкцией по ТБ
Порядок на рабочем месте	Отсутствие мусора, убран инструмент, электрические приборы отключены от питающей сети.	<i>Сравнение по эталонным фотографиям рабочего места</i>

1.5. КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ

Общая продолжительность Конкурсного задания¹: 11 ч.

¹ Указывается суммарное время на выполнение всех модулей КЗ одним конкурсантом.

Количество конкурсных дней: 3 дня

Вне зависимости от количества модулей, КЗ должно включать оценку по каждому из разделов требований компетенции.

Оценка знаний участника должна проводиться через практическое выполнение Конкурсного задания. В дополнение могут учитываться требования работодателей для проверки теоретических знаний / оценки квалификации.

1.5.1. Разработка/выбор конкурсного задания (ссылка на ЯндексДиск с матрицей, заполненной в Excel)

Конкурсное задание состоит из 5 модулей, включает обязательную к выполнению часть (инвариант) – 3 модуля, и вариативную часть – 2 модуля. Общее количество баллов конкурсного задания составляет 100.

Обязательная к выполнению часть (инвариант) выполняется всеми регионами без исключения на всех уровнях чемпионатов.

Количество модулей из вариативной части, выбирается регионом самостоятельно в зависимости от материальных возможностей площадки соревнований и потребностей работодателей региона в соответствующих специалистах. В случае если ни один из модулей вариативной части не подходит под запрос работодателя конкретного региона, то вариативный(е) модуль(и) формируется регионом самостоятельно под запрос работодателя. При этом, время на выполнение модуля (ей) и количество баллов в критериях оценки по аспектам не меняются.

Таблица №4

Матрица конкурсного задания

Обобщенная трудовая функция	Трудовая функция	Нормативный документ/ЗУН	Модуль	Константа/вариатив	ИЛ	КО
1	2	3	4	5	6	7

Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания (**Приложение № 1**)

1.5.2. Структура модулей конкурсного задания (инвариант/вариатив)

Модуль А. Мониторинг (вариатив)

Время на выполнение модуля – 3 часа

Задания:

Полётная миссия:

В зоне мониторинга размещен макет газового трубопровода с повреждениями. Для мониторинга трубопровода был выделен автономный дрон. Оператор находится на удалении от объекта мониторинга. Оператору запрещается покидать зону автономного пилотирования.

Оператору необходимо запрограммировать дрон для взлета с базовой станции (точка указана), пролёта в автоматическом режиме в зону мониторинга и произвести мониторинг трубопровода в режиме FPV. Запрещается касаться пола и объекта мониторинга. По завершении мониторинга дрон должен в автоматическом режиме вернуться на базовую станцию (произвести точную посадку).

Запись данных мониторинга ведётся на экшен-камеру (установленную на дроне). По завершении пролёта оператором составляется отчёт согласно ТЗ.

Задача	Входные данные	Выходные данные
Оформить заявку для постановки коптера на учет	<ul style="list-style-type: none">Шаблоны заявок (сайт Федерального агентства воздушного транспорта)	Заявка о постановке на учёт с именем <i>Заявка_Фамилия_Имя.pdf</i> , сохраненная в папку «Мониторинг_Ф_И» на рабочем столе, где Ф_И (F_I) – <i>Фамилия_Имя конкурсанта</i> .
Составить миссию автоматического полета для подлёта к объекту и возврата на базовую станцию	Координаты точки взлёта и посадки, зона мониторинга	Блок-схема Blockly автоматического полета (скриншот) или файл с программой на языке Python, сохраненный на рабочем столе в папке «Мониторинг_Ф_И» Например: <i>monitoring_Ivanov_Ivan.jpg</i> <i>monitoring_Ivanov_Ivan.py</i>
Выполнить мониторинг объекта в	<ul style="list-style-type: none">Программируемый коптер «Клевер WS 4»Экшен-камера	Коптер, настроенный для полётного задания по фото-видео съёмке в автоматическом режиме

автоматическом режиме	Доступ к полигону на 3 минут, включая предполетную подготовку.	Фото с камеры коптера, сохраненное в папке «Мониторинг_Ф_И»									
Обработать полученные данные	<ul style="list-style-type: none"> Фотографии/ видео, полученные во время мониторинга объекта 	Фото, на которых крупным планом видно повреждения трубопровода, сохраненные в папку «Мониторинг_Ф_И»									
Подготовить отчет	<p>Фотографии повреждений трубопровода по следующим требованиям:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Место повреждения трубопровода занимает не менее 50% кадра 2) Изображение горизонтально ориентированно (не перевернуто) 3) Количество изображений равно количеству повреждений 	<p>Отчет с именем report_F_I.pdf в следующем формате:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) таблица с описанием дефектов <table border="1"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Описание повреждения</th> <th>Фото повреждения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> 2) план трубопровода, с указанием местонахождения дефектов (сопоставить номера дефектов и обозначения зон трубопровода) 	№	Описание повреждения	Фото повреждения						
№	Описание повреждения	Фото повреждения									

Возможные повреждения:

- утечка
- пробоина
- коррозия
- ведение незаконной хозяйственной деятельности

Модуль Б. FPV пилотирование (инвариант)

Время на выполнение модуля – 2 часа

Задания:

Задача	Входные данные	Выходные данные
Выполнить предполетную подготовку	<ul style="list-style-type: none">• Проверить целостность коптера.• Произвести настройки полетного контроллера и пульта радиуправления.• Настроить канал видеопередачи согласно выданному ТЗ• «Поймать» видео с камеры коптера на FPV шлеме	<ul style="list-style-type: none">• Коптер, готовый к полету;• FPV шлем, принимающий сигнал с камеры коптера;• Настроенный пульт
Пролететь трассу в симуляторе LiftOff	Название трасс: 2 трассы, определяются в рамках 30% изменений	Трасса пройдена за min время. Сохраненные скриншоты из LiftOff в папке с названием «FPV_Ф_И» на рабочем столе (где Ф_И (F_I) – Фамилия_Имя конкурсанта), на которых видно время прохождения трасс. Имя файла trassa1_N.jpg, trassa2_N.jpg где N -номер участника
Выполнить полет по трассе	Доступ к полетной зоне на 4 минуты (включая 1 минуту предполетной подготовки)	Наибольшее количество кругов за 3 мин, без касаний элементов полигона и трассы. Посадка в указанную зону. Коптер без повреждений.

Настройки, которые необходимо сделать конкурсанту:

- мощность видеопередатчика установить 25 мВт
- настроить канал согласно ТЗ
- вывести на OSD номер канала и мощность видеопередатчика
- цвет светодиодной ленты: арм - красный, дизарм – синий

Дополнительные условия

- Конкурсанты находятся в специально обозначенных для пилота зонах.
- Очередность полётов производится согласно жеребьевке конкурсных мест.
- При поломке коптера в любой части модуля конкурсант чинит коптер самостоятельно с помощью ремонтного комплекта и тулбокса. Дополнительное оборудование не выдается.

Тестовая попытка

- Конкурсант вправе сделать 2 тестовые попытки в первые 60 минут модуля
- Общее время тестовой попытки составляет 2 минуты (с момента входа в

полетную зону).

- Пролетать можно по всей трассе и любым элементам

После 60 минут от начала модуля проверка работоспособности оборудования может производиться только на рабочих местах и в отсутствии участников в полетной зоне

Зачётные полёты

Зачётные полёты в рамках каждого чемпионата могут проводиться в одном из двух форматов (на усмотрение экспертов):

- *Индивидуальный пролёт по трассе* – каждому конкурсанту предоставляется возможность выполнить 4 зачётные попытки в порядке очерёдности.

- *Одновременный пролёт двух участников по трассе («гонка»)* – конкурсанты проходят трассу по 2 человека одновременно согласно сформированной таблице. Количество зачётных попыток (полетов) - не менее 4 на каждого участника.

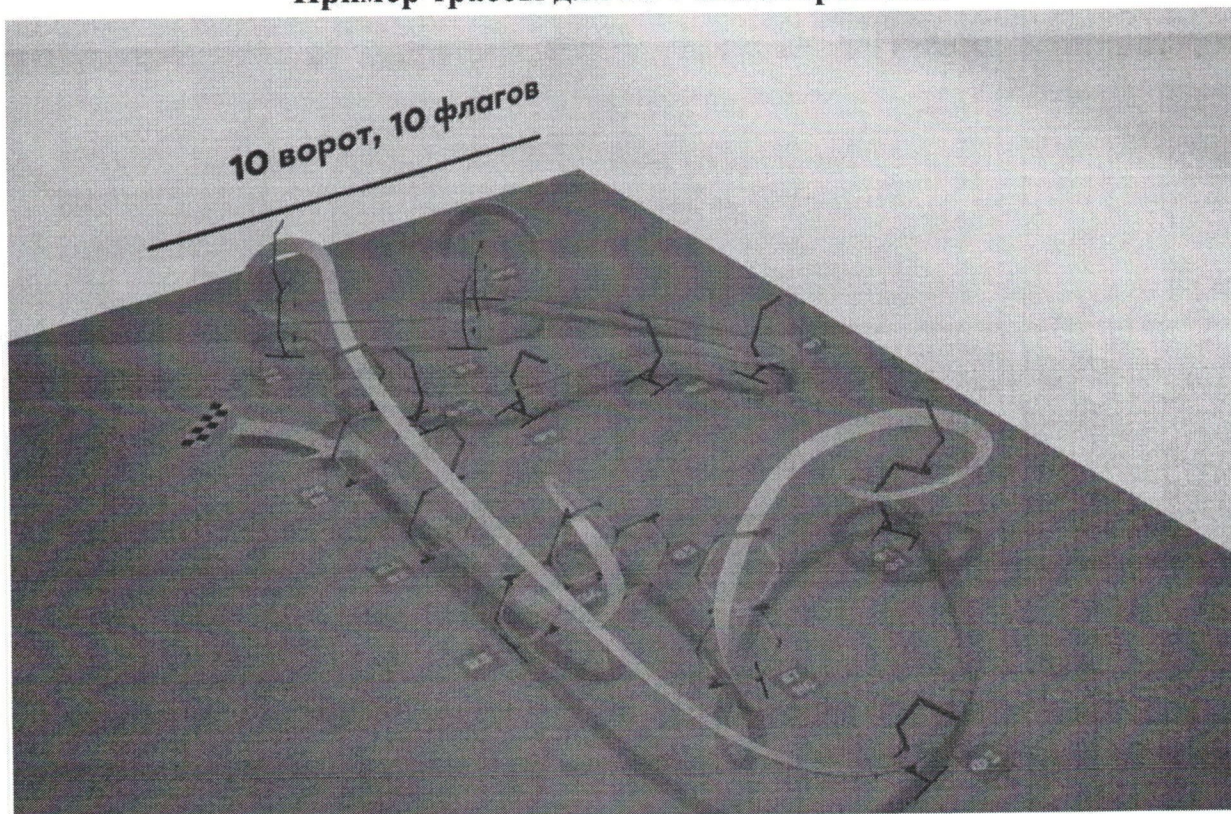
При количестве участников 5-6 человек целесообразно применение круговой системы (каждый участник соревнуется с каждым). При большем количестве участников возможно проведение дополнительной жеребьёвки для формирования гоночных пар, при соблюдении условия не менее 4 зачётных попыток (полетов) на каждого участника.

Независимо от формата проведения зачётного полёта, применяются следующие правила:

- Общее время зачетного полёта составляет 4 минуты (*1 мин предполетной подготовки с момента подхода конкурсанта к рабочему месту + 3 мин полета*) по команде «ready, stady, GO».
- Прохождение круга засчитывается по прохождению последнего элемента круга. Участнику за 3 минуты необходимо пролететь как можно большее количество кругов. В зачёт идёт 2 попытки с наибольшим количеством пройденных кругов из выполненных участником.
- Если элемент трассы пройден неверно (не пройден, пропущен, перепутан порядок или способ прохождения), то наблюдающий оценивающий эксперт сразу же сообщает об этом конкурсанту. Участник должен вернуться и пройти этот элемент согласно схеме трассы (в рамках отведённого времени). В случае, если элемент не пройден согласно схеме трассы, круг не может быть засчитан.
- При падении коптера, попытка продолжается (время не останавливается), если коптер может продолжить полёт без нарушения правил техники безопасности и для продолжения полета не требуется вход участника в

полетную зону. В противном случае текущая попытка участника считается завершенной.

Пример трассы для FPV пилотирования



Модуль В. Диагностика и ремонт БПЛА (инвариант)

Время на выполнение модуля – 2 часа

Задания:

Задача	Входные данные	Выходные данные
Найти и устранить неисправности	Дефекты и неисправности, внесенные в дрон перед началом модуля	Починенный дрон с аккуратно уложенными проводами. Неисправность не будет считаться устранённой при наличии в паяном соединении не пропайных или закороченных участков.
Занести в дефектную ведомость перечень и описание неисправностей с соблюдением профессиональной терминологии	Шаблон дефектной ведомости Найденные конкурсантом дефекты и неисправности	Заполненная и сохраненная в папке с названием «Дефектовка_Ф_И» на рабочем столе (где Ф_И (F_I) – Фамилия_Имя конкурсанта) дефектная ведомость в формате .pdf
Выполнить подбор комплектующих квадрокоптера в соответствии с ТЗ	Техническое задание: описание необходимого функционала коптера/ комплектующих, список (набор) комплектующих для подбора и их спецификация	Сформирован список комплектующих, соответствующих ТЗ, а также предоставлено обоснование выбора (пояснения, расчёты) - в электронном «Комплектующие_Ф_И.pdf» или рукописном виде.
Проверить работоспособность дрона в полетной зоне	Доступ к полетной зоне на 2 минуты в порядке живой очереди. Приоритет у конкурсантов, которые ранее не выходили на полетную зону. Разрешено тестирование зависания	Летающий коптер без повреждений

Выполнить проверочный полёт	Доступ к полетной зоне на 2 минуты в порядке живой очереди (выйти на зачетный полет можно в любой момент модуля, но последняя запись в очередь принимается не позднее 20 минут до окончания модуля)	Зависание в пределах области 1x1м в течение 10 секунд. Каждый выход за пределы обозначенной зоны ведет к снижению баллов. В зависимости от типа ремонтируемого коптера для проверки управляемости коптера может быть выполнен пролёт по трассе в визуальном или frv- режиме, а также проведена проверка установленного оборудования
-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Для усложнения задания по диагностике и ремонту БПЛА могут быть использованы:

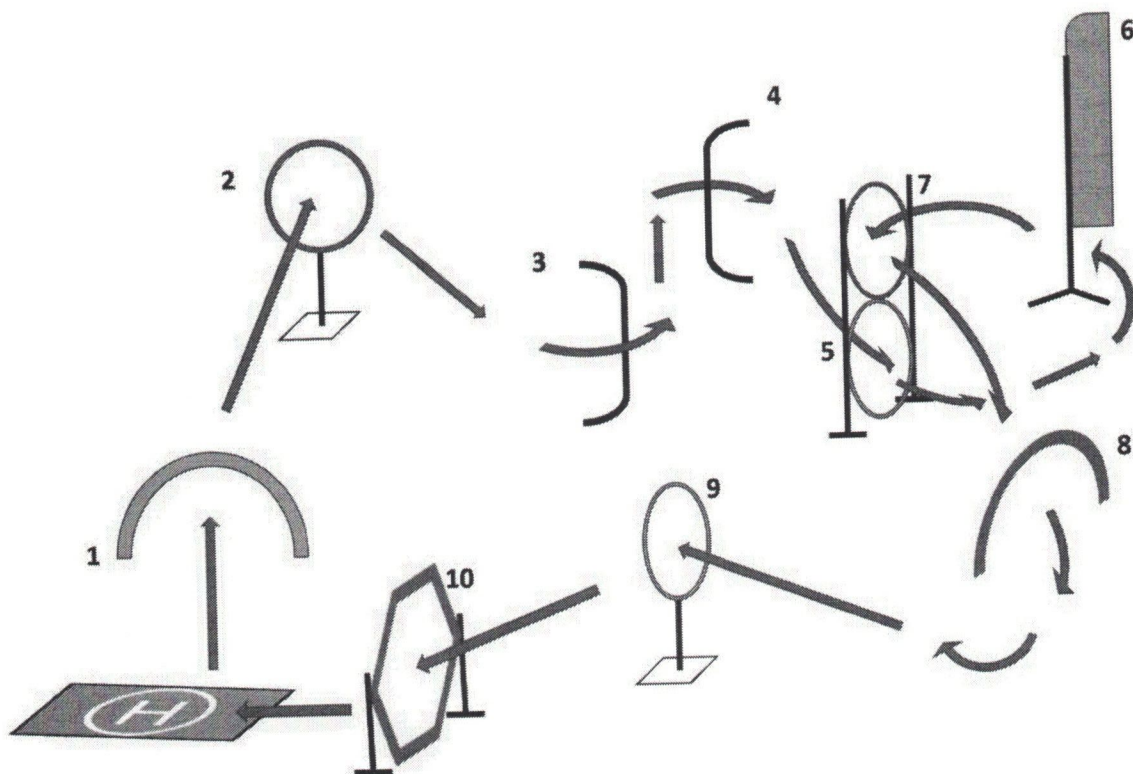
- внесение неисправностей в несколько коптеров разных типов (количество неисправностей в этом случае распределяется пропорционально)
- внесение неисправностей в коптер с установленным на него дополнительным оборудованием;

выполнение части задания по поиску и устранению неисправностей в режиме технической поддержки (определение возможной неисправности по поведению коптера клиента, взаимодействие с клиентом).

К снижению баллов за заполнение дефектной ведомости ведёт:

- некорректно выстроенная фраза, не позволяющая понять суть изложенного;
- использование словосочетаний, не относящихся к профессиональной терминологии.

Пример трассы для пилотирования в визуальном режиме (1 круг, 10 элементов):



Модуль Г. Сборка узла коптера (вариатив)

Время на выполнение модуля – 2 часа

Задания:

Собрать узел коптера, который используется в качестве переднего датчика препятствий: при подлёте коптера к препятствию ближе 1,5 м срабатывает звуковая сигнализация (прерывистый звук) и красная световая индикация. При отсутствии препятствия перед коптером звуковая сигнализация выключена, световая индикация зелёная.

Конкурсанту необходимо:

- Соединить компоненты устройства согласно предоставленной схеме.
- Написать и загрузить скетч для срабатывания устройства согласно ТЗ.
- Выполнить финишную обработку поверхностей.
- Собрать корпус и установить компоненты внутрь корпуса.
- Определить оптимальный способ и место крепления узла. Установить узел на коптер, внося изменения в конструкцию коптера (при необходимости).
- Выполнить сопряжение узла с электрооборудованием квадрокоптера.
- Продемонстрировать экспертам работоспособность узла в сборе.
- Произвести испытания узла в режиме реального полёта.

Компоненты узла:

- цифровая платформа Arduino Nano – 1
- ультразвуковой датчик HC-SRO4 – 1
- зуммер (пьезодинамик) — 1
- зеленый светодиод – 1
- красный светодиод – 1
- резистор сопротивлением 220 Ом – 3
- соединительные провода
- детали корпуса
- крепежные элементы

В случае, если габаритные размеры корпуса позволяют разместить в нём макетную плату, схема может быть собрана с помощью монтажной макетной платы (паечной или беспаячной).
Питание узла производится от 5 В.

Схема соединения компонентов может быть представлена в одном из 3 вариантов: схема электрическая принципиальная, схема соединений компонентов паечным способом, схема соединения компонентов беспаячным способом; для сборки корпуса предоставляется чертёж и/или инструкция; для написания управляющего скетча предоставляются примеры (см. Приложение №12)

Модуль Е. Эксплуатация полезной нагрузки (инвариант)

Время на выполнение модуля – 2 часа

Задания:

Произвести захват грузов механическим и/или электромагнитным захватом, пролететь с каждым грузом через препятствие, произвести выгрузку. По завершении захвата и переноса грузов произвести посадку в заданную точку.

Дополнительные условия выполнения модуля:

- Время предполетной подготовки перед попыткой - 1 минута
- Время зачетной попытки – 5 минут
- Участник не может касаться мячей руками.

Если мяч теряется в полете после прохождения препятствия, допустимо схватить мяч захватом и выгрузить в грузоприемник, не проходя через препятствие заново.

Система штрафов в рамках модуля

- Касание пола, сетки, элементов трассы. (Касания грузоприёмника не штрафуются)
- Посадка в указанное место без груза.
- Посадка вне посадочной зоны

Задача

Входные данные

Выходные данные

Установить на коптер все необходимое оборудование и настроить его	Захват механический, захват, Arduino, светодиодная лента/светодиод	Продемонстрировать экспертам работоспособность установленных узлов и получить подписи		
		<i>Механический захват работает</i>		
		<i>Электромагнитный захват работает</i>		
		<i>Светодиодная лента работает согласно ТЗ</i>		
Выполнить тестовые полеты на полигоне	<p>Доступ к полетной зоне на 2 минуты в порядке живой очереди.</p> <p>Приоритет у конкурсантов, которые ранее не выходили на полетную зону.</p> <p>Разрешено тестирование зависания.</p> <p>Допустим захват и перенос грузов через препятствие, сброс грузов, посадка в точку Н</p>	Коптер без повреждений		
Выполнить зачетный захват и перенос грузов	<p>Доступ к полетной зоне на 5 минуты в порядке жеребьевки + 1 минута предполетной подготовки начинается с момента подхода конкурсанта к рабочему месту</p>	<p>Коптер произвел захват всех грузов, пролет с ними через препятствие и сброс в грузоприемники.</p> <p>Коптер совершил посадку в точку Н без повреждений.</p> <p>Сброс грузов производится в контейнеры разного диаметра.</p> <p><i>Приоритет – грузоприемник с самым маленьким отверстием</i></p>		

ПРИМЕР ПОЛИГОНА ДЛЯ ПЕРЕНОСА ГРУЗОВ

Элементы полигона

Пример схемы полигона

Зоны расположения грузов -3 зоны

- На уровне пола
- На тумбах разной высоты
- На штативах разной высоты

Препятствия

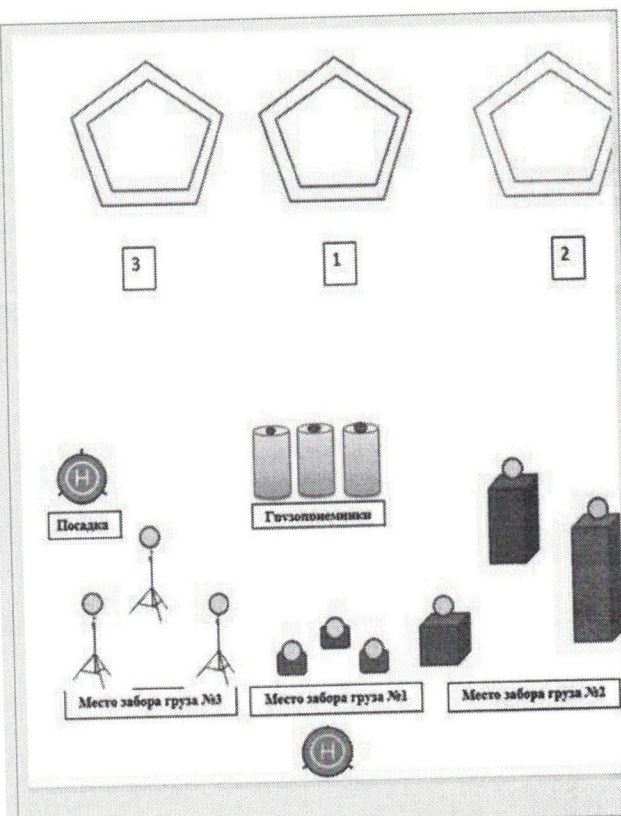
Двухэтажные ворота, поворотный флаг + секретные элементы

Грузоприёмники -1 шт

С отверстиями различного диаметра

Зоны вылета \ прилёта - 2шт

Взлётная площадка Посадочная площадка



2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПРАВИЛА КОМПЕТЕНЦИИ²

ВИДЕОФИКСАЦИЯ И АРХИВАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОЛЕТНОГО ЗАДАНИЯ

На протяжении всего выполнения задания по прохождению трассы ведется видеозапись. Видеозапись проводится в автоматическом режиме с помощью установленных в полетной зоне камер (минимум 4 шт). Дополнительная видеозапись может вестись экспертами-компатриотами.

- За видеозапись отвечает один из Экспертов со специально отведенной для этого ролью;
- Все видеофайлы загружаются в компьютер Главного Эксперта в соответствующую папку на рабочий стол;
- Публикация в открытом доступе фото- и видеоархивов до окончания

² Указываются особенности компетенции, которые относятся ко всем возрастным категориям и чемпионатным линейкам без исключения.

соревнований, и объявления победителей категорически запрещена;
 Все фото-видео материалы хранятся у Главного Эксперта, наряду с другими документами Чемпионата.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ МОДУЛЯМ

Модули	Доп. условие	Особые правила
Все модули	Использование интернета	Допускается возможность использования интернетом Конкурсантами в пределах установленных ссылок. Перечень допустимых ссылок устанавливается экспертным сообществом.
Все модули	Внутренние справки ПО	Допускается возможность использования внутренними справками установленного ПО.
«FPV-пилотирование»	Дополнительное оборудование	Допускается возможность применения привезенных в тулбоксе FPV шлема\очков. Учитывая потенциальные риски аварий аппаратов во время гонки, в тулбоксе допускается ремкомплект. Оборудование, привезенное Конкурсантом в тулбоксе, к соревнованию допускается только после осмотра и согласования с Техническим (технологическим) Экспертом. В спорных случаях допуск личного оборудования решается путем голосования всех Экспертов.
«FPV пилотирование» «Эксплуатация полезной нагрузки»	Правила полетов	Конкурсанты могут находиться только в специально обозначенных для пилота зонах; Время на устранение поломок, полученных в результате полетов лимитировано и входит в конкурсное время участника; Время ремонта определяется Экспертным жюри. Для усложнения конкурсного задания и дополнительной зрелищности допускается на усмотрение Жюри: -соревнование в пилотировании БПЛА между двумя Конкурсантами одновременно с использованием двух стартовых и финишных площадок; -добавление элементов трассы и назначение миссии.
«Диагностика и ремонт	Порядок внесения	Перед началом модуля (в день

БПЛА»	неисправностей	предшествующий ему) Эксперты вносят в коптер ряд неисправностей.
	Форматы внесения неисправностей:	а) В аппараты вносятся одинаковые неисправности по эталонному списку с секретным перечнем вносимых неисправностей. б) В аппараты вносятся однотипные неисправности. Формат внесения неисправностей и назначение на роль Эксперта, ответственного за внесение неисправностей определяются общим решением Экспертного сообщества с подписанием протокола о неразглашении.
	Список вносимых дефектов	Внесенные неисправности фиксируются в секретном документе " Список вносимых дефектов ". Позиции неисправностей в списке маркируются соответствующим номером коптера. Список хранится в тайне до момента выставления оценок по модулю. Свериться со "Списком вносимых дефектов" до окончания завершения модуля возможно в случае, сомнения в происхождении неисправности. Выносится решение о предоставлении замены неремонтопригодного узла и ответственный Эксперт сверяется со Списком вносимых дефектов.
	Точки «стоп» для проверки Экспертами На РЧ (на ФНЧ не применяются)	точки «стоп» для проверки Экспертами в случаях: <ul style="list-style-type: none"> • выполнения паяного соединения Конкурсантом для оценки припаянных узлов перед дальнейшим подключением; • первичного подключения АКБ; • повторного подключения АКБ при изменении электрической цепи. Неисправность не будет считаться устраненной при наличии в паяном соединении непропаянных или закороченных участков.

2.1. Личный инструмент конкурсанта

Тулбокс неопределенный - можно привезти оборудование по списку, кроме запрещенного.

Список материалов, оборудования и инструментов, которые конкурсант **должен** привезти с собой на соревнование:

Очки защитные прозрачные	1 шт
Халат рабочий	1 шт
Перчатки рабочие	1 пара

Список материалов, оборудования и инструментов, которые конкурсант **может** привезти с собой на соревнование:

1. Учебный набор квадрокоптера по компетенции Эксплуатация беспилотных авиационных систем в составе:

- 1.1. Полетный контроллер наличие
 - 1.1.1. Технические характеристики:
 - 1.1.2. Габаритные размеры платы: Не более 35 x 35 мм
 - 1.1.3. Масса: Не более 8 гр
 - 1.1.4. Тактовая частота процессора Не менее 168 МГц
 - 1.1.5. Наличие вывода питания +5В на серво разъемах Не менее 2 шт
 - 1.1.6. Наличие ЭМИ-фильтров емкостью 2.2мкф по питанию Не менее 7 шт
 - 1.1.7. Возможность установки прошивки PX4 наличие
 - 1.1.8. Поддержка интерфейсов UART, I2C, CAN наличие
 - 1.1.9. Возможность стабилизации в разных полетных режимах по угловой скорости, ориентации, позиции.
 - 1.1.10. Комплект проводов для подключения полетного контроллера COEX Pix наличие
- 1.2. Плата распределения питания наличие
 - 1.2.1. Технические характеристики:
 - 1.2.2. Габаритные размеры платы Не более 35 x 35 мм
 - 1.2.3. Масса Не более 8 гр
 - 1.2.4. Преобразователь напряжения на 5 вольт с максимальным током 4 ампера Не менее 2 шт
 - 1.2.5. Количество контактных площадок Не менее 12 шт
 - 1.2.6. Датчик напряжения наличие
 - 1.2.7. Защита от переплюсовки наличие
 - 1.2.8. Коннектор XT-30 Не менее 4 шт
 - 1.2.9. Коннектор XT-60 наличие
- 1.3. Регулятор оборотов Не менее 4 шт
 - 1.3.1. Технические характеристики:
 - 1.3.2. Габаритные размеры платы Не более 13 x 39 мм
 - 1.3.3. Максимальный рабочий ток Не менее 25 ампер
 - 1.3.4. Максимальное напряжение Не менее 16,8 Вольта
 - 1.3.5. Коннектор XT-30 Не менее 1 шт
 - 1.3.6. Коннектор MR-30 Не менее 1 шт
- 1.4. Бесколлекторный электродвигатель Не менее 4 шт
 - 1.4.1. Технические характеристики:
 - 1.4.2. Диаметр статора Не менее 22 мм
 - 1.4.3. Высота статора Не менее 6 мм
 - 1.4.4. Мощность двигателя Не менее 400 ватт
 - 1.4.5. Коннектор MR-30 наличие
- 1.5. Пропеллер пластиковый 5040x3 (пара) Не менее 4 шт
 - 1.5.1. Технические характеристики:
 - 1.5.2. Диаметр пропеллера Не менее 125 мм
- 1.6. ВЕС (источник питания) 5V 12V , 3A наличие.
 - 1.6.1. Технические характеристики:
 - 1.6.2. Максимальный ток Не менее 3 ампер
- 1.7. Литиевая аккумуляторная батарея Не менее 2 шт
 - 1.7.1. Технические характеристики:
 - 1.7.2. Емкость батареи Не менее 2300 мАч
 - 1.7.3. Напряжение батареи Не менее 14,8 вольт
- 1.8. Индикатор уровня заряда батареи (пищалка) наличие
 - 1.8.1. Технические характеристики:
 - 1.8.2. Диапазон измеряемого напряжения от 7,4 до 29,6 вольт
- 1.9. Зарядное устройство наличие
 - 1.9.1. Технические характеристики:
 - 1.9.2. Выходная мощность Не менее 40 Ватт

- 1.9.3. Максимальное напряжение заряда Не менее 16,8 Вольт
- 1.9.4. Разъем для зарядки JST-XH 5 pin и JST-XH 4 pin наличие
- 1.10. Одноплатный микрокомпьютер наличие
- 1.10.1. Технические характеристики:
- 1.10.2. Тактовая частота процессора Не менее 1,5 ГГц
- 1.10.3. Количество ядер Не менее 4 ядра
- 1.10.4. Возможность подключения камеры по CSI порту наличие
- 1.10.5. Оперативная память Не менее 2 Гб
- 1.10.6. USB порты Не менее 4 шт
- 1.10.7. Возможность подключения по bluetooth наличие
- 1.11. Камера с шлейфом для одноплатного компьютера наличие
- 1.11.1. Технические характеристики:
- 1.11.2. Угол обзора камеры Не менее 140 градусов
- 1.11.3. Разрешение камеры Не менее 5 Мп
- 1.12. Лазерный дальномер наличие
- 1.12.1. Технические характеристики:
- 1.12.2. Дальность измерения расстояния Не менее 400 см
- 1.12.3. Возможность подключения по интерфейсу i2c наличие
- 1.13. Модуль памяти, MicroSD с установленным ПО для одноплатного компьютер наличие
- 1.13.1. Характеристики ПО для одноплатного компьютера:
- 1.13.2. Возможность управления полётным контроллером по протоколу MAVLink наличие
- 1.13.3. Возможность получение показаний телеметрии от полётного контроллера на бортовой компьютер
- 1.13.4. Возможность формирования миссии на бортовом компьютере и передача на полётный контроллер
- 1.13.5. Число распознаваемых одновременно ArUco-маркеров системой технического зрения Не менее 36 шт.
- 1.13.6. Функция зависания над ArUco-маркером наличие
- 1.13.7. Максимальное отклонение при зависании над ArUco-маркером Не более 2 см.
- 1.13.8. Фреймрейт распознавания ArUco-маркеров Не менее 50 кадров/сек
- 1.13.9. Возможность трансляции HD-видео на мобильное приложение с задержкой Не более 200 мс
- 1.13.10. Программная среда обеспечивает поддержку получения и детерминирования сигналов с контроллера БВС вместо исполнительных механизмов наличие
- 1.13.11. Количество доступных показателей телеметрии Не менее 30 шт
- 1.13.12. Возможность соединения с наземной управляющей станцией QGroundControl по Wi-Fi наличие
- 1.13.13. Возможность беспроводной калибровки датчиков наличие
- 1.13.14. Возможность строить графики по параметрам телеметрии наличие
- 1.13.15. 3D-визуализация позиции, ориентации и скорости коптера на внешнем компьютере наличие
- 1.13.16. Возможность программирования автономного полета квадрокоптера на языке программирования Phython
- 1.14. Плата микроконтроллера наличие
- 1.14.1. Технические характеристики:
- 1.14.2. Флэш-память Не менее 16 Кб
- 1.14.3. Тип процессора ATmega 168 наличие
- 1.14.4. Тактовая частота Не менее 16 МГц
- 1.15. Светодиодная лента адресная, 144 led/m 5V IP65 наличие
- 1.15.1. Технические характеристики:
- 1.15.2. Количество светодиодов на метр Не менее 144 шт
- 1.15.3. Класс пылевлагозащиты Не менее IP55
- 1.15.4. Длина Не менее 49 см
- 1.16. Кабель Micro-USB наличие
- 1.16.1. Технические характеристики:
- 1.16.2. Длина Не менее 60 см
- 1.17. Кабель USB Type-C наличие
- 1.17.1. Технические характеристики:
- 1.17.2. Длина Не менее 60 см
- 1.18. Макетная плата, паячная наличие
- 1.18.1. Технические характеристики:
- 1.18.2. Количество контактов Не менее 270 шт
- 1.19. Беспаячная макетная плата наличие
- 1.19.1. Технические характеристики:
- 1.19.2. Количество контактов Не менее 170 точек
- 1.20. Набор резисторов наличие
- 1.21. Комплект аппаратуры с приемником наличие
- 1.21.1. Технические характеристики:
- 1.21.2. Количество каналов управления Не менее 10 шт

- 1.21.3. Приемник сигнала наличие
- 1.21.4. Рабочая частота Не менее 2,4 ГГц
- 1.21.5. Протоколы передачи данных PPM, S-bus, I-bus наличие
- 1.22. Кабель для симулятора наличие
- 1.22.1. Технические характеристики:
- 1.22.2. Совместимость с комплектом радиоаппаратуры управления наличие
- 1.22.3. Возможность подключения к компьютеру по интерфейсу USB наличие
- 1.23. Соединительный кабель для телеметрии и полетных контроллеров наличие
- 1.23.1. Технические характеристики:
- 1.23.2. Количество пин-соединений для подключения Не менее 3
- 1.23.3. Длина Не менее 15 см
- 1.24. Комплект соединительных проводов для Arduino и макетных плат мама-мама наличие
- 1.24.1. Технические характеристики:
- 1.24.2. Длина Не менее 20 см
- 1.24.3. Тип соединения мама-папа, папа-папа, папа-мама - наличие
- 1.24.4. Количество проводов каждого типа Не менее 5 шт
- 1.25. Рама квадрокоптера наличие
- 1.25.1. Технические характеристики:
- 1.25.2. Материал рамы карбон
- 1.25.3. Количество составных частей Не менее 10 шт
- 1.25.4. Расстояние между центрами моторов Не менее 235 мм
- 1.26. Защита пропеллеров совместимая с рамой квадрокоптера наличие
- 1.26.1. Технические характеристики:
- 1.26.2. Материал защиты пропеллеров поликарбонат
- 1.26.3. Количество составных частей Не менее 24 шт
- 1.26.4. Габаритные размеры собранной защиты Не менее 355x355 мм
- 1.27. Комплект крепежа необходимый для сборки квадрокоптера наличие
- 1.27.1. Технические характеристики:
- 1.27.2. Саморез 2x5 черный Не менее 10 шт
- 1.27.3. Винт М3x6 ISO 7380 10.9 черный Не менее 20 шт
- 1.27.4. Винт М3x8 ISO 7380 10.9 черный Не менее 30 шт
- 1.27.5. Винт М3x10 ISO 7380 10.9 черный Не менее 70 шт
- 1.27.6. Гайки стальная с нейлоновой вставкой М3 DIN985 Не менее 45 шт
- 1.27.7. Гайка нейлоновая М3 (черная) Не менее 10 шт
- 1.27.8. Стойки нейлоновая НТС-306 (черная) Не менее 20 шт
- 1.27.9. Стойки нейлоновая НТР-320 (черная) Не менее 10 шт
- 1.27.10. Стойки нейлоновая НТР-315 (черная) Не менее 5 шт
- 1.27.11. Стойки нейлоновая НТР-330 (черная) Не менее 15 шт
- 1.27.12. Стойки нейлоновая НТР-340 (черная) Не менее 25 шт
- 1.27.13. Стойка демпферная М3x6 Не менее 4 шт
- 1.27.14. Стойка алюминиевая L-40мм (черная) Не менее 4 шт
- 1.27.15. Резиновые проставки для ног (шайбы) Не менее 6 шт
- 1.27.16. Клейкая лента двусторонняя, 3М (квадрат) Не менее 6 шт
- 1.27.17. Ремешок для батареи, 200 мм Не менее 2 шт
- 1.27.18. Велкро-липучка Не менее 10см
- 1.27.19. Крепеж, стяжка кабельная пластиковая неразъемная 2,5x120мм (черная) Не менее 25 шт
- 1.28. Комплект ArUco маркеров Не менее 6 шт
- 1.28.1. Технические характеристики:
- 1.28.2. Размер маркера Не менее 210x210 мм
- 1.29. FPV-Камера наличие
- 1.29.1. Технические характеристики:
- 1.29.2. Разрешение Не менее 1200 TVL
- 1.29.3. Угол обзора камеры Не менее 125 градусов
- 1.29.4. Отображение телеметрии наличие
- 1.30. FPV-Передачик наличие
- 1.30.1. Технические характеристики:
- 1.30.2. Частота Не менее 5,8 G
- 1.30.3. Количество каналов Не менее 48 шт
- 1.30.4. Максимальное входное напряжение Не менее 5 В
- 1.30.5. Максимальная выходная мощность Не менее 200 МВт
- 1.31. FPV-Шлем наличие
- 1.31.1. Технические характеристики:
- 1.31.2. Разрешение экрана Не менее 854x480
- 1.31.3. Диагональ экрана Не менее 5 дюймов

- | | | | | |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|---------|
| 1.31.4. | Количество каналов | Не менее 40 шт | | |
| 1.31.5. | Количество антенн с различными диаграммами направленности | | Не менее 2 шт | |
| 1.31.6. | Функция записи видео на флеш-карту | наличие | | |
| 1.32. | Захват (комплект печатных деталей) | наличие | | |
| 1.32.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.32.2. | Габаритные размеры предмета, который возможно захватить | | Не менее 65 мм | |
| 1.33. | Сервопривод | наличие | | |
| 1.33.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.33.2. | Крутящий момент | Не менее 2,3 кг/см | | |
| 1.33.3. | Максимальное рабочее напряжение | Не менее 6 Вольт | | |
| 1.34. | Магнитный электрозахват | наличие | | |
| 1.34.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.34.2. | Максимальная масса удержания предмета | | Не менее 100 гр | |
| 1.35. | Паяльник с подставкой | наличие | | |
| 1.35.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.35.2. | Мощность | Не менее 60 Вт | | |
| 1.35.3. | Возможность регулировки температуры | наличие | | |
| 1.36. | Комплект ручного инструмента | наличие | | |
| 1.36.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.36.2. | Отвертка под шестигранник 2мм | наличие | | |
| 1.36.3. | Ключ шестигранный 2мм | наличие | | |
| 1.36.4. | Отвертка торцевая 5.5мм (под м3) | наличие | | |
| 1.36.5. | Отвертка PH1 | наличие | | |
| 1.36.6. | Бокорезы | наличие | | |
| 1.36.7. | Ключ для пропеллеров | наличие | | |
| 1.36.8. | Батарейки AA (пальчиковые) | Не менее 4 шт | | |
| 1.38. | Провод медный многожильный с силиконовой изоляцией, 16 AWG красный+черный | | | наличие |
| 1.38.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.38.2. | Калибр провода | Не менее 16 AWG | | |
| 1.38.3. | Длина | Не менее 100 см | | |
| 1.39. | Провод медный многожильный с силиконовой изоляцией, 30 AWG красный+черный | | | наличие |
| 1.39.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.39.2. | Калибр провода | Не менее 30 AWG | | |
| 1.39.3. | Длина | Не менее 100см | | |
| 1.40. | Разъёмы силовые, JST male/female | наличие | | |
| 1.40.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.40.2. | Максимальная токопроводимость | Не менее 3 ампера | | |
| 1.41. | Разъёмы силовые, MR30 male/female | наличие | | |
| 1.41.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.41.2. | Максимальная токопроводимость | Не менее 30 ампер | | |
| 1.42. | Разъёмы силовые, XT30 male/female | наличие | | |
| 1.42.1. | Технические характеристики: | | | |
| 1.42.2. | Максимальная токопроводимость | Не менее 30 ампер | | |
| 1.43. | Комплект проводов для полетного контроллера COEX Pix | | наличие | |
| 1.44. | Набор магнитных пластин | наличие | | |
| 1.45. | Припой оловянно-свинцовый с флюсом | наличие | | |
| 1.46. | Нитка/леска (0,2-0.4мм) 1м | наличие | | |
| 1.47. | Изолента ПВХ | наличие | | |
| 1.48. | Саморез 2x10 черный | Не менее 10 шт | | |

2. Комплексный набор инструментов по компетенции Эксплуатация беспилотных авиационных систем в составе:

- | | | | |
|-----------------------------------------------------|---|-----------------------|--|
| 2.1 Мультиметр | 1 | | |
| Технические характеристики: | | | |
| Габаритные размеры устройства | | не более 133*67*18 мм | |
| Материал корпуса АБС пластик | | наличие | |
| Масса | | не более 180 г | |
| Количество ЖК мониторов 2" | | наличие | |
| Автоматический режим измерения тока | | наличие | |
| Автоматический режим измерения напряжения | | наличие | |
| Автоматический режим измерения сопротивления | | наличие | |
| Максимальное измеряемое напряжение (Постоянный ток) | | не менее 500 В | |
| Максимальный измеряемый ток (Постоянный ток) | | не менее 500 мА | |
| Максимальное измеряемое сопротивление | | не менее 50 МОм | |

- 2.13 Маленький пинцет 1
 Технические характеристики:
 Процент площади антистатического покрытия не менее 90 %
 Материал корпуса нержавеющая сталь наличие
 Длина не более 135 мм
- 2.14 Губка для паяльника 1
 Технические характеристики:
 Материалы корпуса пластик, металл
 Размер не более 40*46*20 мм
- 2.15 Паяльник 1
 Технические характеристики:
 Материал корпуса пластик наличие
 Время нагрева до 350 °С не более 6 сек
 Мощность не менее 65 Вт
 Масса не более 30 г
- 2.16 Жало для паяльника 1
 Технические характеристики:
 Длина не более 110 мм
 Масса не более 10 г
- 2.17 Коврик для пайки 1
 Технические характеристики:
 Материал силикон наличие
 Размер ""не более 280*200 мм""
- 2.18 Прибор измерения напряжения LiPo батареи 1
 Технические характеристики:
 Размер ""не более 40*25*11 мм""
 Масса не более 10 г
 Минимальное входное напряжения не более 3.3 В
 Максимальное входное напряжения не менее 30 В
- 2.19 Ручка шариковая 1
 Технические характеристики:
 Ширина линии не более 0.5 мм
 Процент заполнения синей/черной краской не менее 100 %
- 2.20 Ножницы 1
 Технические характеристики:
 Длина не более 160 мм
 Материал сталь наличие
 Длина режущей части не менее 70 мм
- 2.21 Линейка 1
 Технические характеристики:
 Материал корпуса сталь наличие
 Предел измерений не менее 200 мм
- 2.22 Рулетка 1
 Технические характеристики:
 Предел измерений не менее 5000 мм
 Масса не более 50 г
- 2.23 Зажим для моторов 1
 Технические характеристики:
 Масса не более 60 г
 Максимальный диаметр ротора не менее 40 мм
- 2.24 Отвертка шестигранник 1.5 1
 Технические характеристики:
 Длина не более 157 мм
 Диаметр шестигранника 1.5 мм наличие
 Упор с подшипником наличие
- 2.25 Отвертка шестигранник 2 1
 Технические характеристики:
 Диаметр шестигранника 2.0 мм наличие
 Длина не более 160 мм
 Упор с подшипником наличие
- 2.26 Отвертка шестигранник 2.5 1
 Технические характеристики:
 Длина не более 180 мм
 Диаметр шестигранника 2.5 мм наличие

- Количество сферических головок 1
- 2.27 Отвертка шестигранник 3 1
- Технические характеристики:
- Длина не более 181 мм
- Диаметр шестигранника 3.0 мм наличие
- Сферический головок наличие
- 2.28 Шлицевая отвертка 1
- Технические характеристики:
- Длина не более 145 мм
- Размер шлица не более 2 мм
- Упор с подшипником наличие
- 2.29 Крестовая отвертка 1
- Технические характеристики:
- Длина не более 150 мм
- Упор с подшипником наличие
- 2.30 Ключ торцевой М3 1
- Технические характеристики:
- Длина не более 165 мм
- Диаметр торцевого ключа не более 3 мм
- Масса не более 70 г

3. Комплексный набор расходных материалов по компетенции Эксплуатация беспилотных авиационных систем в составе:

- 3.1 Припой 1
- Технические характеристики:
- Процент содержания серебра не менее 2%
- Процент содержания олова не менее 62%
- Процент содержания свинца не менее 36%
- Масса не менее 100 г
- Толщина стержня 0.7 наличие
- 3.2 Флюс IF 14-09 1
- Технические характеристики:
- Масса не менее 17 г
- Некоррозийность наличие
- Не требует отмывки наличие
- Агрегатное состояние - гель наличие
- Упаковка - шприц наличие
- Предельная рабочая температура не более 300°C
- Не проводит электричество наличие
- 3.3 Очиститель жала паяльника 1
- Технические характеристики:
- Размер не более 50*35 мм
- Тип - Губка наличие
- 3.4 Набор термоусадки 1
- Технические характеристики:
- Максимальный диаметр не более 14 мм
- Длина отрезка не менее 40 мм
- Коэффициент усадки не менее 2
- Количество отрезков не менее 164
- Минимальный диаметр не менее 1 мм
- 3.5 Пропеллеры 1
- Технические характеристики:
- Диаметр не менее 76.2 мм
- Масса не более 1.9 г
- Угол атаки не менее 50
- Количество лопастей не менее 3
- Материал - поликарбонат наличие
- 3.6 Пропеллеры 5050 1
- Технические характеристики:
- Диаметр не менее 127 мм
- Масса не более 5.9 г
- Угол атаки не менее 50
- Количество лопастей не менее 3
- Материал - поликарбонат наличие

- 3.7 Батарейка AA 4
 Технические характеристики:
 Выходное напряжение не менее 1.2 В
 Масса не более 8.75 г
 Ёмкость не менее 2500 мАч
- 3.8 Шлейф для камеры Raspberry Pi 3
 Технические характеристики:
 Размер не более 300*16 мм
 Количество контактов не менее 15
 Масса не более 2 г
- 3.9 Стяжка 9
 Технические характеристики:
 Длина не менее 250 мм
 Ширина не менее 4 мм
 Масса не более 1 г
- 3.10 Литиевая батарея 1
 Масса не более 102 г
 Ёмкость не менее 850 мАч
 Выходное напряжение не более 14.8 В
 Максимальный ток отдачи не менее 60 А
 Размер "не более 60*31*31 мм"
- 3.11 Литиевая батарея 1
 Технические характеристики:
 Масса не более 241 г
 Ёмкость не менее 2200 мАч
 Выходное напряжение не более 14.8 В
 Максимальный ток отдачи не менее 95 А
 Размеры "не более 105*35*33 мм"
- 3.12 Салфетки тканевые 1
 Ширина не менее 87 Длина не менее 240
 Материал - вискоза наличие
- 3.13 Телескопический провод MicroUSB-USB 1
 Количество USB портов наличие
 Количество Micro USB портов наличие
 Минимальная длина не менее 200 мм Максимальная длина не более 750 мм
- 3.14 Телескопический провод Type-C 1
 Количество USB портов наличие
 Количество USB-C портов наличие
 Минимальная длина не менее 200 мм Максимальная длина не более 750 мм
- 3.15 Скотч двухсторонний 1
 Ширина не менее 15 мм
 Длина не менее 5000 мм
- 3.16 Изолента 1
 Материал - ПВХ наличие
 Ширина не менее 15 мм
 Длина не менее 20000 мм
 Толщина не менее 0.13 мм
- 3.17 Оплетка для выпайки 1
 Ширина не менее 1.5 мм
 Материал - медь наличие
 Масса не менее 15 г
- 3.18 Провод 4
 Толщина сердечника не менее 0.25 мм
 Номинальный ток не менее 30 АВГ
 Количество цветов в катушке не менее 8

2.2. Материалы, оборудование и инструменты, запрещенные на площадке

Устройства	Ограничения
USB, карты памяти	<i>Конкурсантам не разрешается приносить на рабочую площадку личные карты памяти, флеш- карты</i>

Личные ноутбуки, планшеты и мобильные телефоны	Конкурсантам не разрешается приносить на рабочую площадку личные портативные компьютеры, планшеты и мобильные телефоны
Шаблоны, вспомогательные средства и т. п.	Конкурсантам запрещается использовать шаблоны и вспомогательные средства, которые могут дать несправедливое преимущество
Чертежи, записи, инструкции	Конкурсантам запрещается приносить на соревнование любые заранее подготовленные чертежи или информационные документы
Сторонние материалы	Организаторы соревнований имеет право запретить использование любых предметов, которые будут сочтены не относящимися к БАС, или могущими дать Конкурсанту несправедливое преимущество
Инструменты и оборудование, не входящие в ИЛ или Тулбокс	Конкурсантам запрещается использовать любое оборудование, расходные материалы и инструмент, которые не входят в Инфраструктурный лист или Тулбокс
Полетный контроллер с закрытым исходным кодом	Конкурсантам запрещается использовать полетные контроллеры или квадрокоптеры, которые имеют закрытый исходный код

3. Приложения

Приложение №1 Инструкция по заполнению матрицы конкурсного задания

Приложение №2 Матрица конкурсного задания

Приложение №3 Критерии оценки

Приложение №4 Инструкция по охране труда и технике безопасности по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем».

Приложение №5 Ввод БАС в эксплуатацию

Приложение №6 Штрафные санкции

Приложение №7 Пример предоставления отчёта (мониторинг)

Приложение №8 Дефектная ведомость

Приложение №9 Схема подключения и распиновка полетного контроллера COEX Pix, одноплатного компьютера Raspberry Pi и цифровой платформы Arduino Nano. Цветовой спектр для калибровки индикации

Приложение №10 Схемы и чертежи для сборки узла