



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
Калининградская область
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ПРАВДИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО ОКРУГА «ДОМ ДЕТСКОГО
ТВОРЧЕСТВА»

Дом детского творчества г.Правдинска
238400, Калининградская область, г. Правдинск, ул. Комсомольская,2
238410, Калининградская область, п. Железнодорожный, ул. Школьная,2
tel: 8-401-57-2-13-35, 2-35-89 email: ddt.pravdinsk@gmail.com ,
<http://ddtpravdinsk.klgdschool.ru/contacts>

Рассмотрено на
педагогическом совете
Протокол №4
От 15.05.2023

И.Т. Кудрявцев
И.Т. Кудрявцев
И.Т. Кудрявцев



Директор Дома детского
творчества г. Правдинска

Пархомов В.Ф.
«16» мая 2023 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности
«Квадрокоптер»

Возраст детей: 10-17 лет
Срок реализации: 1 год

Составитель программы:
Телятник Павел Александрович,
педагог дополнительного образования

г. Правдинск
2023 год

Пояснительная записка

Программа составлена в соответствии с нормативными документами и методическими рекомендациями:

- Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказом министерства просвещения РФ от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Письмом от 18 ноября 2015 г. №09-3242 Министерства образования и науки Российской Федерации "О направлении информации" (вместе с "Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)");

- Письмом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.12.2006г №06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»;

- Приказом Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. N 816 "Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ";

Проект Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года;

Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (Приказ Министерства просвещения РФ от 9.11.2018 г. № 196);

- Устава Дома детского творчества г. Правдинска.

Направленность программы.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Квадрокоптер» имеет техническую направленность.

Современное состояние общества требует интенсивного развития передовых наукоемких инженерных дисциплин, масштабного возрождения производств и глубокой модернизации научно-технической базы. В связи с этим ранняя инженерная подготовка подростков по профильным техническим дисциплинам, дальнейшая профессиональная ориентация в

секторы инновационных производств особенно важна.

В настоящее время отрасль беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является относительно новой, но уже стала очень перспективной и быстроразвивающейся. Одно из главных преимуществ БПЛА – исключение человеческого фактора при выполнении поставленной задачи, который особенно сказывается в опасных для жизни человека задачах. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в проведении воздушного мониторинга общественной и промышленной безопасности, участие в поисково-спасательных операциях, метеорологические исследования, разведка, мониторинг сельскохозяйственных угодий, доставка грузов, кинематография, изобразительное искусство, обучение и многое другое. Дополнительное роботизированное навесное оборудование позволяет добиться высокого уровня точности измерений и автоматизации выполнения полетных операций.

Статистика приводит данные – на одного профильного специалиста в БПЛА-строительстве приходится более десяти специалистов в смежных направлениях (химические производства, новые материалы, системы связи и прочее). Таким образом, подготовка специалистов в отрасли БПЛА-строительства является важнейшей задачей не только опережающего технического развития, но и экономической стабильности.

Актуальность

Актуальность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Управление беспилотными летательными аппаратами» в том, что она реализует потребности обучающихся в техническом творчестве, развивает инженерное мышление, соответствует социальному заказу общества в подготовке технически грамотных специалистов.

Актуальность беспилотных технологий и робототехники очевидна – это новое слово в науке и технике, способное преобразить привычный мир уже в ближайшее десятилетие. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря увеличению возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор беспилотных авиационных систем (БАС). Именно поэтому важно правильно подготовить и сориентировать будущих специалистов, которым предстоит жить и работать в новую эпоху повсеместного применения

беспилотных летательных аппаратов и робототехники.

Настоящая образовательная программа позволяет не только получить ребенку инженерные навыки моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами, а также нацеливает на осознанный выбор дальнейшего вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

Новизна

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. В основе программы - комплексный подход в подготовке обучающихся. Современный оператор беспилотных летательных аппаратов должен владеть профессиональной терминологией, разбираться в сборочных чертежах агрегатов и систем беспилотных летательных аппаратов, иметь навык по пилотированию в любых погодных условиях, сборке и починке БПЛА.

При изготовлении моделей подростки сталкиваются с решением вопросов аэродинамики, информационных технологий, они используют инженерный подход к решению встречающихся проблем.

Педагогическая целесообразность

Педагогическая целесообразность программы в том, что она направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность школьника. Содержание программы направлено на профессиональную ориентацию обучающихся и мотивацию для возможного продолжения обучения в объединениях дополнительного образования БПЛА, далее в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с робототехникой и авиастроительством.

Отличительной особенностью данной программы в том, что в ходе реализации обучающиеся получают не только технические знания, но и основы профессии, востребованной в современных социально-экономических условиях.

Адресат программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа предназначена для детей в возрасте 10-17 лет.

Объем и срок освоения программы

Срок освоения программы – 9 месяцев.

На полное освоение программы требуется 216 часов.

Основные формы и методы

Формы организации деятельности обучающихся: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная.

Методы обучения: кейс-метод (case-study), «мозговой штурм» (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов, практический.

Особенности организации образовательного процесса.

Набор детей в объединение – свободный.

Возраст обучающимся: 10-17 лет.

Условия набора детей в коллектив: принимаются все желающие.

Наполняемость в группе составляет – 30 человек.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий

Режим занятий: всего за 9 месяцев обучения составляет 216 часов.

Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 45 минут.

Между занятиями установлены 15-минутные перемены. Недельная нагрузка – 6 часов. Занятия проводятся 3 раза в неделю по 2 часа.

Цель: формирование начальных знаний и инженерных навыков в области проектирования, моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации сверхлёгких летательных дистанционно пилотируемых летательных аппаратов.

Задачи:

1. Сформировать знания основ теории полета, практических навыков дистанционного управления квадрокоптером.
2. Обучить основным приемам сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных систем.
3. Сформировать навыки пилотирования БПЛА в режиме авиасимулятора.
4. Сформировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

Планируемые результаты:

1. У обучающихся будут сформированы умения и навыки дистанционного управления беспилотным летательным аппаратом.

2. Обучающиеся овладеют основными приемами сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных систем.
3. Обучающиеся приобретут навыки пилотирования БПЛА в режиме авиасимулятора.
4. Сформировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

Способы определения результативности: педагогическое наблюдение, опрос, практическое задание.

Форма подведения итогов реализации программы:

- конкурс;
- выполнение практических полётов (визуальных и в режиме авиасимулятора);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров.

КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК на 2023/2024 учебный год

№ п/п	Режим деятельности	Дополнительная общеразвивающая общеобразовательная программа «Квадрокоптер»
1.	Начало учебного периода	01.09.2023.
2.	Продолжительность учебного периода	36 учебных недель – 10-17 лет (4-11 кл.)
3.	Продолжительность учебной недели	5 дней
4.	Периодичность учебных занятий	3 раза в неделю по 2 часа
5.	Продолжительность учебных занятий	Продолжительность учебного часа – 45 минут
6.	Время проведения учебных занятий	Пн. 15-10 – 17-10 Ср. 15-10 - 17-10 Пт. 15-10 – 17-10
7.	Продолжительность перемен	15 минут
8.	Окончание учебного года	31 мая 2024.
9.	Каникулярное время: осенние, зимние, весенние	Работа по расписанию
10.	Летнее время	-
11.	Аттестация обучающихся	Промежуточная – в конце каждой четверти Итоговая – май 2024г.
12.	Комплектование групп	31.05.2023г. – 31.08.2023г.
13.	Дополнительный прием обучающихся	В течении учебного года согласно заявлениям (при наличие свободных

		мест)
--	--	-------

Учебный план

№ п/п	Наименование разделов	Кол-во часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие Планирование проекта.	6	4	2	Опрос. Тест
2.	Обучение управлению БПЛА. Сборка рамы модели.	44	4	40	Наблюдение, выполнение практических полётов (визуальных и в режиме авиасимулятора)
3.	Сборка силовой части.	36	6	30	практические работы по сборке
4.	Настройка летного контроллера квадрокоптера.	35	5	30	наблюдение. практическое задание
5.	Проектирование гоночной трассы.	35	5	30	Наблюдение практическое задание
6.	Конкурс.	60		60	педагогическое наблюдение
	Итого часов	216	24	192	

Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Кол-во часов			Дистанционное обучение
		Всего	Теория	Практика	
1.	Планирование по работе в т/о	6	4	2	
1.1	Инструктаж по технике безопасности	2	2	-	<u>Вводный инструктаж по ТБ</u> Смотрите любимые видео, слушайте любимые песни, загружайте собственные ролики и делитесь ими с друзьями, близкими и целым миром. YouTube
1.2	Правила выбора проекта. Введение в беспилотную авиацию, в дрон строение.	1	1	-	YouTube ПРОдрон Тема 3 Классификация БПЛА по летным характеристикам и по конструкции

1.3	Описание квадрокоптеров, их применение. Знакомство с симулятором полетов на квадрокоптере.	1	1	-	Одноклассники Как выбрать квадрокоптер? Выбор квадрокоптера. Первый квадрокоптер
1.4	Защита проекта. Проектирование рамы квадрокоптера. Начало работы над сборкой квадрокоптера, сборка рамы квадрокоптера согласно инструкции, пайка деталей.	1	-	1	YouTube Источник видео На сайт Урок 1. Сборка рамы квадрокоптера
1.5	Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).	1		1	Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи). <u>Яндекс.Видео</u>
2. 2.1	Обучение управлению БПЛА. Сборка рамы модели.	44	4	40	YouTube Обучение пилотированию дронов. теория и практика от aeromotu
2.2	Обучение управлению беспилотным летательным аппаратом.	8,5	0,5	8	YouTube Обучение пилотированию дронов. теория и практика от aeromotu
2.3	Сборка рамы модели.	8,5	0,5	8	Яндекс.Эфир Сборка квадрокоптера на раме Zmr250(1-ая часть)
2.4	Бесколлекторные двигатели и их	9	1	8	YouTube

	регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики.				Запуск бесколлекторного двигателя без регулятора скорости
2.5	Пайка двигателей и регуляторов, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания	9	1	8	YouTube Сборка квадрокоптера. Часть 3. Пайка и установка регуляторов и моторов на раме
2.6	Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).	9	1	8	Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи). <u>Яндекс.Видео</u>
3.	Сборка силовой части.	36	6	30	Сборка силовой части квадрокоптера Сборка квадрокоптера, сторим квадрокоптер, подключение бесколлекторных моторов, quadcopter, Квадрокоптер, как построить квадрокоптер, быстрый квадрокоптер, самоделки, как выбрать квадрокоптер... <u>youtube.com</u>
3.1					
3.2	Знакомство с бесколлекторными двигателями, их отличиями от коллекторных двигателей, преимущества. Знакомство со схемой сборки электронных компонентов квадрокоптера.	8	2	6	Коллекторный и бесколлекторный двигатели. <u>zen.vandex.ru</u> Яндекс.Дзен»...-dvigateli-nedostatki-i... ...
3.3	Электронные регуляторы оборотов.	7	1	6	Электронные регуляторы оборотов квадрокоптера <u>Яндекс.Видео</u> »Электронные регуляторы оборотов...

3.4	Пайка и сборка радиотехнической схемы.	7	1	6	Яндекс.Видео Пайка и сборка радиотехнической схемы...
3.5	Продолжение работы над сборкой квадрокоптера	7	1	6	Сборка квадрокоптера. Часть 2. Пайка платы питания... youtube.com/watch?v=s0cv3GZLwR8
3.6	Установка двигателей, полетного контроллера, платы разводки питания, электронных регуляторов оборотов.	7	1	6	Подключение элементов квадрокоптера customelectronics.ru ...podklyuchenie...kvadrokopter a/ Мы довольно условно нарисовали схему квадрокоптера со все
4.	Настройка летного контроллера квадрокоптера.	35	5	30	Частые ошибки при сборке и настройке квадрокоптера правильно установить пропеллеры на квадрокоптер, как настроить ориентацию полетного контроллера в betaflight, как переназначать (ремапить) моторы, как изменить направление вращения моторов, как... youtube.com
4.1	Знакомство с полетным контроллером: устройство полетного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.	3		3	YouTube Настройка полетного контроллера cc3d

4.2	Продолжение работы над сборкой квадрокоптера. Пайка и сборка радиотехнической схемы.	4		4	YouTube Настройка полётного контролера cc3d
4.3	Установка двигателей, полетного контроллера, платы разводки питания, электронных регуляторов оборотов.	4		4	YouTube Клевер 2. Сборка (Часть 5). Полетный контроллер
4.4	Настройка полетного контроллера квадрокоптера.	4		4	YouTube Клевер 2. Сборка (Часть 5). Полетный контроллер
4.5	Обучение работе на симуляторе.	5	1	4	YouTube Лекция 2. Обзор обучающих симуляторов квадрокоптер
4.6	Тестовые запуски квадрокоптеров.	5	1	4	YouTube Тестовый запуск моторов квадрокоптера!
4.7	Обучение управлению квадрокоптером. Управление квадрокоптером: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	5	1	4	YouTube Квадрокоптеры. Практика 1. Взлёт-посадка
4.8	Разбор аварийных	5	2	3	

	ситуаций.				<p>YouTube</p> <p>Частые ошибки при сборке и настройке квадрокоптера</p>
5.	Проектирование гоночной трассы.	35	5	30	<p>YouTube</p> <p>Гоночный квадрокоптер с нуля. Проектировка, изготовление, сборка. DIY Quadcopter</p>
5.1	Знакомство с принципами построения трасс.	4	1	3	<p>YouTube</p> <p>Полёты на гоночном квадрокоптере . Трасса для картинга. ArtemFPV</p>
5.2	Запуски квадрокоптеров.	11	2	9	<p>YouTube</p> <p>Запуск квадрокоптера.</p>
5.3	Настройка ПИДОВ и пробные полеты.	10	1	9	<p>YouTube</p> <p>Пробный полет после настройки ПИДов</p>
5.4	Продолжение работы в симуляторе по повышению мастерства пилотирования.	10	1	9	<p>YouTube</p> <p>Пробный полет после настройки ПИДов</p>
6.	Конкурс.	60		60	
6.1	Проведение гоночных соревнований среди команд, допущенных к соревнованиям, в полетном симуляторе.	30		30	<p>Одноклассники</p> <p>Соревнования на квадрокоптерах в лесу (FPV Racing)</p>
6.2	Тактическая борьба и полеты в рамках соревнований.	30		30	<p>YouTube</p> <p>Гонка квадрокоптеров Silverlit</p>

Итого часов	216	24	192	
-------------	-----	----	-----	--

3. Содержание программы:

Тема 1. Планирование проекта.

Теория.

Инструктаж по технике безопасности. Правила выбора проекта. Введение в беспилотную авиацию, в дрон строение. Описание квадрокоптеров, их применение. Знакомство с симулятором полетов на квадрокоптере.

Практика.

Защита проекта. Проектирование рамы квадрокоптера. Начало работы над сборкой квадрокоптера, сборка рамы квадрокоптера согласно инструкции, пайка деталей. Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).

Тема 2. Обучение управлению беспилотным летательным аппаратом. Сборка рамы модели.

Теория.

Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики.

Практика.

Пайка двигателей и регуляторов, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания. Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).

Тема 3. Сборка силовой части.

Теория.

Знакомство с бесколлекторными двигателями, их отличиями от коллекторных двигателей, преимущества. Знакомство со схемой сборки электронных компонентов квадрокоптера. Электронные регуляторы оборотов.

Практика.

Продолжение работы над сборкой квадрокоптера. Пайка и сборка радиотехнической схемы. Установка двигателей, полетного контроллера, платы разводки питания, электронных регуляторов оборотов.

Тема 4. Настройка летного контроллера квадрокоптера.

Теория.

Знакомство с полетным контроллером: устройство полетного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

Практика.

Продолжение работы над сборкой квадрокоптера. Пайка и сборка радиотехнической схемы. Установка двигателей, полетного контроллера, платы разводки питания, электронных регуляторов оборотов. Настройка полетного контроллера квадрокоптера. Обучение работе на симуляторе. Тестовые запуски квадрокоптеров. Обучение управлению квадрокоптером. Управление квадрокоптером: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Разбор аварийных ситуаций.

Тема 5. Проектирование гоночной трассы.

Теория.

Знакомство с принципами построения трасс.

Тема 6. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,

Практика. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.

Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов, ошибок Пилотирования

Настройка функций удержания высоты и курса. Полет с использованием данных функций. Подключение GPS приемника. Настройка его работы Полет с использованием функций автоматизации.

Запуски квадрокоптеров. Настройка ПИДОВ и пробные полеты. Продолжение работы в симуляторе по повышению мастерства пилотирования.

Тема 7. Конкурс

Проведение гоночных соревнований среди команд, допущенных к соревнованиям, в полетном симуляторе. Тактическая борьба и полеты в рамках соревнований.

Организационно-педагогические условия реализации программы.

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, имеет высшее профессиональное образование.

Материально-техническое обеспечение

Оснащение учебного процесса по данной программе предусматривает

проведение занятий в учебных кабинетах, соответствующих нормам СанПиНа.

Методическое обеспечение программы:

Лекционные материалы, методическое описание конкурсного задания, инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов.

Формы диагностики результатов обучения: Беседа, тестирование, опрос.

Форма организации образовательного процесса: *групповая.*

Работа в группе формирует коллективную ответственность и индивидуальную помощь каждому как со стороны педагога, так и со стороны обучающихся. Групповая форма работы наиболее целесообразна при проведении практических работ по программе.

Воспитательная работа:

Увлечение ребёнка избранным видом деятельности выражается в проявлении инициативы на занятии, систематическом участии в конкурсах и мероприятиях и результативности деятельности.

Способность работать в коллективе и делиться личным опытом.

Ответственно относиться к результатам выполняемой работы.

Разнообразие профессиональных техник, художественных приемов на занятиях помогает раскрыть индивидуальные возможности и способности каждого, то есть проявить свое я, открыть себя, как личность. Главная особенность занятий - индивидуальный подход к каждому ребенку, научить их работать с разными материалами.

Список литературы:

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>.
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>.
3. Ефимов.Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режимдоступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>.
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf.
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.

6. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>.
7. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.

Дополнительная литература

1. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
2. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>
3. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
4. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf
5. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>
6. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
7. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021
8. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

Приложение 1

Техника безопасности при работе с электрическим оборудованием

Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы следует убедиться в исправности электропроводки, выключателей, штепсельных розеток, при помощи которых оборудование включается в сеть, наличии заземления компьютера, его работоспособности,

Требования безопасности во время работы

Во избежание повреждения изоляции проводов и возникновения коротких замыканий не разрешается: вешать что-либо на провода, окрашивать и белить шнуры и провода, закладывать провода и шнуры за газовые и водопроводные трубы, за батареи отопительной системы, выдергивать штепсельную вилку из розетки за шнур, усилие должно быть приложено к корпусу вилки.

Для исключения поражения электрическим током запрещается: часто включать и выключать компьютер без необходимости, прикасаться к экрану и к тыльной стороне блоков компьютера, работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании мокрыми руками, работать на средствах вычислительной техники и периферийном оборудовании, имеющих нарушения целостности корпуса, нарушения изоляции проводов, неисправную индикацию включения питания, с признаками электрического напряжения на корпусе, класть на средства вычислительной техники и периферийном оборудовании посторонние предметы.

Запрещается под напряжением очищать от пыли и загрязнения электрооборудование.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправности немедленно обесточить электрооборудование, оповестить педагога. Продолжение работы возможно только после устранения неисправности.

Во всех случаях поражения человека электрическим током немедленно вызывают врача. До прибытия врача нужно, не теряя времени, приступить к оказанию первой помощи пострадавшему.

Необходимо немедленно начать производить искусственное дыхание, а также наружный массаж сердца.

Искусственное дыхание пораженному электрическим током производится вплоть до прибытия врача.

На рабочем месте запрещается иметь огнеопасные вещества

Приложение 2

Техника безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами

Дроны и квадрокоптеры стали неотъемлемой частью нашей жизни во всем мире, как смартфон. Развитие технологий и снижение стоимости беспилотных летательных аппаратов способствует этому. Поэтому, остро встает вопрос о повышении навыка пользования дронами и квадрокоптерами. И здесь можно говорить о двух важных составляющих этой безопасности - безопасное пилотирование дрона и умелое обращение с самим летательным аппаратом. Сочетание этих двух навыков и гарантирует безопасность полетов на дронах и квадрокоптерах.

1) Основное правило безопасности.

Первое и самое важное - безопасность людей. Соблюдение элементарных правил техники безопасности. Не стоит браться за управление летательным аппаратом пока вы не чувствуете уверенность в своих навыках. Последствия халатного отношения к данному правилу может привести к возникновению опасной ситуации для того, кто управляет аппаратом или для окружающих. Очень рекомендуем первые полеты проводить с инструктором, на открытом пространстве и на небольшой высоте и удалении.

2) Сбои могут возникнуть из-за ошибки пилота, аппаратного или программного сбоя.

а) У вас должно быть достаточно силы тяги.

б) Если вы не справляетесь с управлением, автопилот может потребовать больше тяги, чем доступно иначе это приведёт к потере стабилизации полета.

в) В идеале мультикоптер должен взлетать при 50% стика газа.

3) Во время обучения полетами не рекомендуется использовать дорогостоящих, жестких, острых карбоновых деталей (пропеллеров и рамы).

а) Это будет более дешевый, мягкий, хрупкий пластиковый пропеллер и рама.

б) Карбон и стекловолокно не поддаются разрушению, это может быть небезопасно при контакте с чем-либо.

4) Если вы летаете рядом с людьми - вы их ставите под угрозу.

а) Будьте уверены, что есть безопасное расстояние между вами и зрителями.

б) Вам нужно понимать, что для вас является безопасное расстояние для вас и окружающих.

в) По крайней мере это не ближе 3 метра, но не дальше 10м.

г) Держите всех людей дальше от летательного аппарата

д) Убедитесь, что никто не находится между вами и аппаратом

е) Зрители должны быть позади пилота

ж) Если кто-то нарушает безопасную зону полета - сажайте летательный аппарат и ждите пока не освободиться пространство для безопасного полета.

з) При полном газе средний мультикоптер может развить скорость в 32км/ч, может подняться на сотни метров и улететь на далекие расстояния.

5) Всегда будьте уверены, что кабель батареи не подключен к основной плате, пока вы не готовы к полету.

а) Всегда включайте передатчик и убеждайтесь, что ручка газа находится в нулевом положении

б) После приземления первое, что вы должны сделать - это отключить питание!

в) Не выключайте передатчик, пока вы не обесточили аппарат.

г) Всегда снимайте пропеллеры если вы тестируете или настраиваете аппарат. друзья и ваше лицо будут вам благодарны

д) Когда батарея подключена, всегда опасайтесь того, что двигатели вооружены, проверяйте это быстрой подачей газа.

е) Не подбирайте аппарат и не берите в руки аппаратуру во избежание случайного поданного газа.

ж) Не пытайтесь летать больше, чем позволяют ваши батареи, сохраняйте для безопасности мощность, иначе это может привести к аварии и нехватке мощности на вираже.

6) В АРМ полетном контроллере используется функция постановки на охрану (arming)

а) Перед полетом после того, как вы подключили батарею на аппаратуре, ручка газа должна быть нажата вниз и вправо на несколько секунд, что бы снять с охраны двигателя.

б) После посадки ваше первое действие должно быть постановка на охрану - ручка газа вниз и влево в течении нескольких секунд. После этого можно проверить постановку на охрану путем небольшого перемещение ручки газа вверх и сразу же вниз.

в) Когда вы поставили двигателя на охрану (disarming) ручку газа все равно требуется держать в нуле.

7) Учитесь переключать режимы из стабилизации в другие и обратно.

а) Это самая хорошая практика.

б) В режим стабилизации может быть добавлен Simplemode, для

лучшей практики, если вы испытываете трудности.

в) Не используйте другие режимы, кроме Стабилизации (Stabilize) и SimpleStabilize пока вы не научились в них достаточно хорошо летать.

8) Важно помнить, что при первой аварии, неправильной посадке или неизвестного вам состояния полетного контроллера необходимо:

а) бросить полотенце на пропеллеры, так как они могут начать крутиться неожиданно;

б) сразу отключайте аккумулятор;

в) большое полотенце важная часть для обеспечения безопасности с огнетушителем и аптечкой;

г) лучше использовать первое средство, чем сразу последнее.

9) При тестировании или полетах по любым точками в режиме навигации используя GPS.

а) Убедитесь, что ваш GPS смог поймать необходимое количество спутников и перейти в состояние LOCK (3d fix) перед снятием охраны (arming) и взлётом.

б) Убедитесь, что ваша домашняя точка в ПО MissionPlanner установлена правильно.

в) Если GPS не смог корректно установить домашнюю точку, перезагрузитесь и подождите, когда будет поймано более 8 спутников и проверьте домашнюю точку снова.

10) Знайте законы

а) Наш личный опыт использования мультикоптеров является постоянно под атакой тех, кто боится “дронов” и вторжение в их частную личную жизнь. Если вы нарушаете закон, или вторгаетесь в чью-то личную жизнь - готовьтесь отвечать по закону. Пожалуйста, понимайте наши законы и летайте, не нарушая их.

б) Найдите ближайшую любительскую группу людей, которые занимаются полетами и поинтересуйтесь у них о законности полетов в разных местах. Они с радостью смогут вам показать специальные отведенные места, которые не нарушают чьи-то права, где вы можете обмениваться опытом и получать удовольствие от полетов.

Самое главное: соблюдайте безопасную дистанцию между вашим аппаратом и людьми.

Приложение 3

Конкурсное задание по компетенции «Управление беспилотными летательными аппаратами».

Задание 1. Выполнить тест на знание строения квадрокоптеров, их классификацию, порядок сборки.

Время выполнения задания – 30 минут.

Задание 2. Пилотирование квадрокоптера на симуляторе.

Выполнить пилотирование квадрокоптера на симуляторе. Общее время выполнения задания на компетенции – 1 час.

Команда выполняет задание на симуляторе за 2 минуты. Участникам необходимо пройти трассу, пролетая сквозь ворота ограниченного размера. За каждый пролет через ворота начисляется 1 очко. За пролет сквозь двойные ворота начисляется 2 очка. Цель участников набрать максимальное кол-во баллов за 2 минуты полетного времени. Количество баллов неограниченно.

Задание 3. Пилотирование беспилотными летательными аппаратами.

Время выполнения задания – 2,5 часа, из которых 1 час отводится на тренировочные полеты в порядке очередности участников по одной попытке в один подход, но не более 5 минут, и 0,5 часа непосредственно на соревнования по точности и времени прохождения трассы.

«Практический» этап соревнований. Участникам команд необходимо показать мастерство пилотирования квадрокоптером.

Цель этого этапа: за меньшее количество времени пройти трассу с установленными препятствиями. Команде дается 2 попытки на прохождение трассы, в зачет идет лучшее (наименьшее) время.

Командам начисляются баллы за прохождение трассы.

Последняя команда получает 5 баллов

Каждая последующая получает на 15 баллов больше.

Штрафные баллы:

- 5 баллов - касание земли или препятствия(стойки)

- 10 баллов - падение квадрокоптера.

Дополнительные баллы:

- аккуратность полета, отсутствие столкновений, повреждений аппарата -15 баллов

- точное приземление на финишную площадку -10 баллов

- соответствие полета заданной траектории -10 баллов

Итоговое количество баллов складывается из баллов за прохождение трассы и штрафных баллов. Максимальное количество баллов -100.

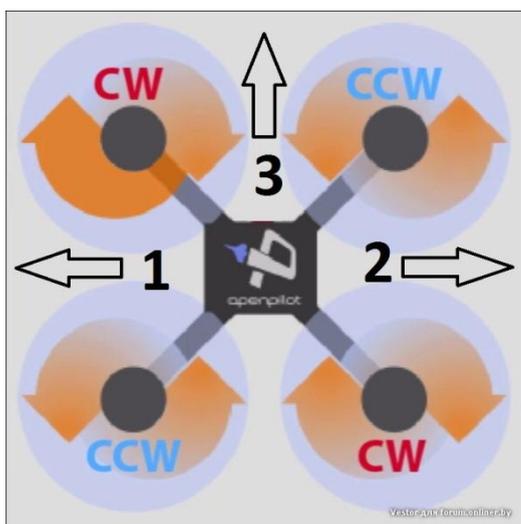
ИТОГИ СОРЕВНОВАНИЙ

Победу в соревнованиях одержит команда набравшая наибольшее количество баллов по итогам 3 этапов.

Приложение 4
Тестовое задание
ТЕСТ ПО ПРОГРАММЕ
«БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

1. Что такое Квадрокоптер?

- 1) это беспилотный летательный аппарат
- 2) обычно управляется пультом дистанционного управления с земли
- 3) имеет один мотор с двумя пропеллерами
- 4) имеет четыре мотора (или меньше) с четырьмя пропеллерами



2. В Российском законодательстве установлена максимальная масса квадрокоптера не требующего специального разрешения на полеты:

- 1) до 250 грамм
- 2) до 500 грамм
- 3) до 1000 грамм
- 4) _____

3. На картинке представлен квадрокоптер и схематично показано направление вращения винтов. Укажи верное направление движения «вперед» квадрокоптера:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3

4. Что такое электронный регулятор оборотов?

- 1) устройство для управления оборотами электродвигателя, применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой
- 2) устройство для управления оборотами резиномоторного двигателя
- 3) устройство для управления оборотами сервомашинки

5. Kv-rating показывает:

- 1) сколько оборотов совершит двигатель за одну минуту (RPM) при определенном напряжении
- 2) емкость батареи питания квадрокоптера
- 3) скорость движения квадрокоптера по прямой

6. Расшифруй надпись: Turnigy Multistar 5130-350

- 1) это двигатель с высотой 51мм, диаметром статора 30 мм и KV 350
- 2) это двигатель с диаметром статора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350
- 3) это двигатель с диаметром ротора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350

7. Расшифруй надпись: Scorpion M-2205-2350KV

- 1) это двигатель с диаметром статора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350

- 2) это двигатель с диаметром ротора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350
- 3) это двигатель с высотой 22мм, диаметром статора 5 мм и KV 2350

8. Чем лучше использование бесколлекторного двигателя?

- 1) лучшее соотношение масса/мощность, лучшее КПД
- 2) легче
- 3) компактнее
- 4) меньше греются
- 5) практически не создают помех

9. Параметр указывающий, на сколько поднялся бы пропеллер за один оборот вокруг своей оси с данным наклоном лопасти, если бы он двигался в плотном веществе, называется:

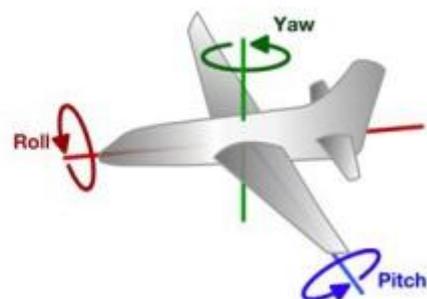
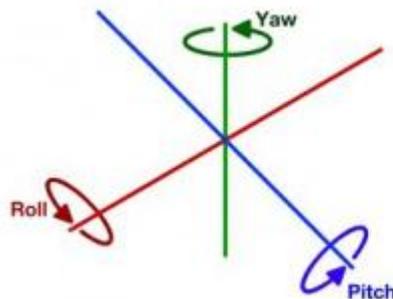
- 1) Scrutch
- 2) Pitch
- 3) Patch

10. Расшифруй цифровое обозначение пропеллера размером 10x4,5:

- 1) Первая цифра в маркировке обозначает шаг винта в дюймах, а вторая – диаметр винта
- 2) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – диаметр отверстия под ось мотора
- 3) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – шаг винта

11. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен тангаж:

- 1) Roll
- 2) Pitch
- 3) Yaw



12. Посмотри и

- 1) Roll
- 2) Pitch
- 3) Yaw

13. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом обозначается рыскание:

- 1) Roll
- 2) Pitch
- 3) Yaw

14. Как расшифровывается аббревиатура FPV?

- 1) носимая камера
- 2) полеты без управления
- 3) вид от первого лица

15. Полётный контроллер – это:

- 1) электронное устройство, управляющее положением камеры для записи видео

- 2) электронное устройство, управляющее полётом летательного аппарата.
- 3) электронное устройство для связи через спутник

16. Что такое процедуры ARM и DISARM? Как они выполняются?

ARM – это _____

DISARM - это _____

17. Что делать если квадрокоптер ударился о землю и потерял управление?

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

18. Что обязательно нужно проверить ПЕРЕД вылетом?

- 1) Затянутость гаек пропеллеров и отсутствие болтающихся проводов
- 2) Заряд аккумуляторов и правильность установки пропеллеров
- 3) Крепление и целостность защит пропеллеров

19. Что НЕЛЬЗЯ делать во время полета?

- 1) Стоять сбоку от зоны полётов
- 2) Двигать стиками в крайние положения
- 3) Медленно летать
- 4) Летать выше собственного роста

20. Что делать сразу после приземления?

- 1) Сфотографировать на телефон
- 2) Выключить пульт
- 3) Подойти к коптеру и отключить его LiPo аккумулятор
- 4) Disarm и проверить газ

Приложение 5

Оборудование площадки для соревнований

Трасса для соревнований должна иметь длину от 90 до 200 метров по средней линии без учета стартовой и финишной площадок. Ширина трассы не должна превышать 5 метров.

Площадка соревнований должна быть ограждена сеткой по периметру трассы.

Допускается состязание в пилотировании БЛА между двумя участниками одновременно на усмотрение жюри с использованием двух стартовых и финишных площадок для зрелищности проведения соревнований.

Обязательные элементы трассы

1. **Стартовая, она же финишная площадка** (не менее 2-х штук) представляет собой твердую и легко переносимую площадку яркого цвета, либо имеющую возможность надежной фиксации в месте старта. Размер Стартовой площадки – 1500x1000 мм.
2. **Курсовые ворота** (не менее 2-х штук) изготавливаются из синтетических материалов и имеют сборную конструкцию. Основа ворот может состоять из вспененного полиуретана, установленного один в другой или металлического либо пластикового каркаса. Основание ворот изготавливается из жестких пластиковых труб или металлических оковок, позволяющих установить их на фиксаторы и обеспечить надежное сцепление с поверхностью земли. Ворота должны иметь яркий чехол или основу, изготовленных из синтетических или натуральных тканей, позволяющий легко их снять с мягкого основания или каркаса, и осуществлять уход за чехлом. Габаритные размеры ворот (по внешней стороне): шириной не менее 2500 мм и высотой на 1450 мм. Форма ворот свободная, но в рамках габаритных размеров.
3. **Поворотные столбы** (не менее 3-х штук) изготавливаются из синтетических материалов и имеют сборную конструкцию. Основа столбов состоит из вспененного полиуретана, установленного один в другой. Основание столба изготавливается из жестких пластиковых труб, позволяющих установить их на фиксаторы и обеспечить надежное сцепление с поверхностью земли. Столбы имеют яркий чехол, изготовленный из синтетических или натуральных тканей, позволяющий легко снять его с мягкого основания и осуществлять уход

за чехлом. Габаритные размеры столба: шириной не менее 500 мм и высотой на 2300 мм.

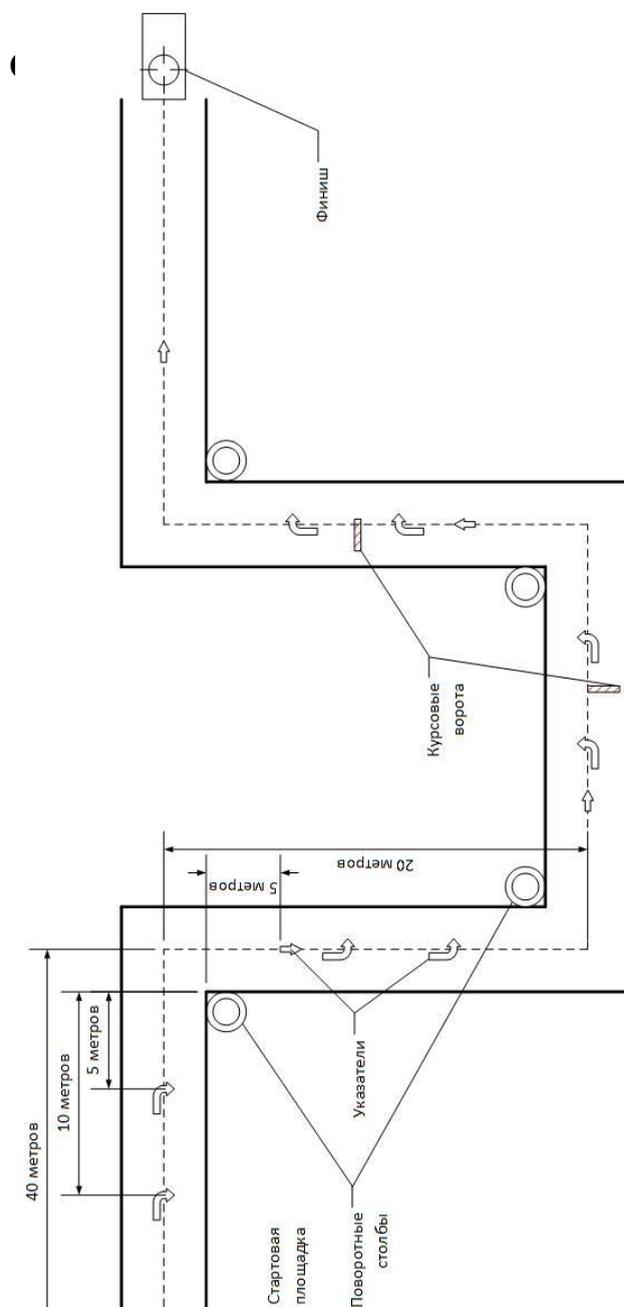
4. **Указатели направления трассы** имеют белый цвет основного поля и стрелки оранжевого цвета, указывающие направление движения или поворота. Размер указателей не менее 297x420мм. На трассе должно быть размещено не менее 8 указателей.

4.1. Допускается добавление элементов трассы членами жюри для усложнения конкурсного задания.

4.2. Данный модуль проводится на открытой ровной площадке площадью не менее 1000 кв. м.

Приложение 6

пилотирования



Приложение 7

Критерии оценивания

Наименование критерия оценки	Наименование аспекта оценки	Максимальный балл
Модуль А «Тестирование» макс – 100 б	Правильный ответ на каждый вопрос	5
Модуль В «Пилотирование БПЛА в режиме авиасимулятора» макс –200 баллов	каждый пролет через ворота	1
	каждый пролет через двойные ворота	2
Модуль С «Визуальное пилотирование беспилотного летательного аппарата» макс – 100 б	Прохождение трассы за наименьшее время:	
	1 место	65
	2 место	50
	3 место	35
	4 место	20
	5 место	5
	Дополнительные баллы:	
	аккуратность полета, отсутствие столкновений, повреждений аппарата	15
	- точное приземление на финишную площадку	10
соответствие полета заданной траектории	10	
Штрафные очки:		
касание земли или препятствия(стойки)	5	
каждое падение квадрокоптера.	10	

Примечание: полный список критериев оценки конкурсного задания до сведения участников не доводится.

Приложение 8

Инфраструктурный лист

Для проведения занятий по компетенции и соревнований, необходимы определенные материалы и оборудование. Инфраструктурный лист рассчитан на одновременную работу 5 команд по 2 человека. Возрастная

группа 14-17 лет соревнуются в одном помещении. Оборудование обеспечивается организаторами смены.

Название материалов	Количество
Фанера шлифованная 3 мм. 1520 -1520 мм http://fanerakhv.ru/catalog/fanera.html	2
Винты крепления м3 L-12мм http://dvrobot.ru/243/266/268/298/1486.html	200
Гайки м3 http://dvrobot.ru/243/266/268/649.html	200
Припой ПОС-61 с канифолью в бобине 200гр. Диаметр 1мм.	1
Паяльный флюс ТАГС	1
Клей "Суперклей" http://khabarovsk.pulscen.ru/price/110601-superklej	1
Термоусадочная трубка диаметром 6, 20, 40 мм.	по 3 м
Пропеллеры для квадрокоптеров 5040 (правый, левый) https://sporthobby.ru/zapchasti-dlya-kvadrokoptero/propellery/propeller-3-h-lopastnoy-gemfan-gfn-5045-goluboy-normal-1sht-obrat-1sht/	10 пар
Стержни для клеевого пистолета 8 мм.	5
Липучка для аккумуляторов https://5.imimg.com/data5/PC/OK/MY-9078998/nylon-velcro-tape-500x500.jpg	7
Стяжка нейлоновая 5x200 белые http://www.mk-27.ru/katalog/914/?sphrase_id=33676#10015	2 уп.
Батареи питания АА http://md27.ru/55-akkumuljatory-batareyki-zarjadnye-ustroystva	20 шт
Пластик, PLA 3мм	1 бобина
Бумага офисная для печати тестов и пособия по сборки квадрокоптера	100 листов

Название оборудования	Количество
Стол	7 шт.
Удлинитель	3 шт.
Паяльная станция	2 шт.
Зарядное устройство для зарядки аккумуляторов (Если элементы питания АА будут аккумуляторами)	3 шт.
Набор: пассатижи, тонкогубцы, кусачки	5 шт.
Ноутбук	5 шт.

Материал для изготовления трассы, обручи и стойки(дерево) https://kazanfirst.ru/wp-content/uploads/2016/06/2e8c01bfd1bb80027df3d04bfe016176-w.jpg	3-4 стойки, 1 обруч
Досту к сети Интернет	
Клеевой пистолет	1 шт
Стул	12 шт.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 726242342903868691666490759959119263676517201205

Владелец Пархомов Виктор Филиппович

Действителен с 13.09.2023 по 12.09.2024