

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №16  
ИМЕНИ УЧАСТНИКА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА ИВАНА НАУМОВИЧА НЕСТЕРОВА  
СТАНИЦЫ КАЛАДЖИНСКОЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЛАБИНСКИЙ РАЙОН

Рассмотрено  
на заседании  
педагогического совета  
МОБУ СОШ №16  
им. И.Н. Нестерова ст.  
Каладжинской  
Лабинского района  
Протокол № 1  
от «31» августа 2021 г.  
Председатель  
\_\_\_\_\_ И.В. Гусейн

Утверждено  
Приказом директора  
МОБУ СОШ №16  
им. И.Н. Нестерова ст.  
Каладжинской  
Лабинского района  
№ 01-12/\_\_\_\_\_  
от 31.08.2021 г.  
Директор школы:  
\_\_\_\_\_ И.В. Гусейн

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**Направленность: Техническая**

(техническая, художественная, естественно-научная, физкультурно-спортивная, военно-патриотическая, социально-педагогическая, туристско-краеведческая).

**Наименование кружка/секции: «Управление беспилотными летательными аппаратами»**

(наименование объединения)

**Уровень программы: ознакомительный**

(ознакомительный, базовый или углублённый)

**Срок реализации программы: 1 год, 34 часа (1 час в неделю)**

(количество лет, общее количество часов)

**Возрастная категория: от 12 до 17 лет**

**Вид программы: модифицированная**

(типовая, модифицированная, авторская)

**Программа реализуется на бюджетной основе**

**ID-номер Программы в Навигаторе: 13867**

**Разработчик: Сотникова Евгения Евгеньевна**

(Ф.И.О. полностью)

**Ст. Каладжинская, 2021 год**

## Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Управление беспилотными летательными аппаратами» относится к программам технической направленности и составлена на основе следующих нормативно-правовых документов:

1. Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании Российской Федерации» (с изм., внесенными Федеральными законами от 04.06.2014 г. №145-ФЗ, от 06.04.2015 г. №68 –ФЗ, от 19.12.2016 г. от 26.07.2019 г. N 232-ФЗ).
2. Распоряжения Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 г. № 1726-р « Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей».
3. Плана реализации концепции развития дополнительного образования детей.
4. Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 29.12.2010 N 189 (ред. от 22.05.2019) «Об утверждении СанПиН 2.4.2.2821-10» Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» (вместе с «СанПиН 2.4.2.2821-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы») (Зарегистрировано в Минюсте России 03.03.2011 N 19993).
5. Письма МОиН РФ от 14.12.2015 N 09-3564 «О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ».
6. Приказа МОиН РФ «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» от 9.10 2018 г. № 196.
7. «Методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ» (Москва, 2015 г.).
8. Приказа Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. № 298н «Об утверждении профессионального стандарта "Педагог дополнительного образования детей и взрослых».
9. Устава МОБУ СОШ №16 им. И.Н. Нестерова ст.Каладжинской Лабинского района.
10. Положения о рабочей программе педагога дополнительного образования центра цифрового и гуманитарного профиля «Точка роста» на базе МОБУ СОШ №16 им. И.Н. Нестерова ст.Каладжинской Лабинского района.

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** 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.

**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 системах беспилотных летательных аппаратов, иметь навык по пилотированию в любых погодных условиях.

**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.

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

**Задачи:**

**Образовательные:**

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 .

**Воспитательные:**

- 1.Формировать творческое отношение к выполняемой работе;
- 2.Воспитывать умение работать в коллективе,эффективно распределять обязанности.

**Развивающие:**

- 1.Развивать творческую инициативу и самостоятельность;
- 2.Развивать психофизиологические качества учеников:память,внимание,способность логически мыслить,анализировать,концентрировать внимание на главном.
- 3.Развивать умение излагать мысли в чёткой логической последовательности,отстаивать свою точку зрения,анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путём логических рассуждений.

**Прогнозируемый результат:**

**По окончании курса обучения учащиеся должны**

**Знать:**

- 1.Правила безопасного управления квадрокоптером;
- 2.Основные еомпоненты дрона;
- 3.Конструктивные особенности различных моделей,сооружений и механизмов;
- 4.Виды подвижных и неподвижных соединений в квадрокоптере;
- 5.Основные приёмы сборки компонентов;
- 6.Конструктивные особенности узлов квадрокоптера.

**Уметь:**

- 1.Прогнозировать результаты работы;
- 2.Планировать ход выполнения задания;
- 3.Рационально выполнять задание;
- 4.Управлять квадрокоптером внутри помещения и на улице.

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

**Форма подведения**

- итогов реализации программы;
- конкурс;
- выполнение практических полётов .

**Учебно-тематический план:**

№ п/п	Наименование разделов	Кол-во часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Вводное занятие. Техника безопасности. История развития квадрокоптеров.	1	1	

2.	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Аккумулятор. Техника безопасности при обращении с аккумулятором.	1	1	
3.	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера:Бесколлекторные двигатели.Техника безопасности при обращении с бесколлекторным двигателем.	2	2	
4.	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера:Полётный контроллер.Техника безопасности при обращении с полётным контроллером.	2	2	
5.	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера:Приёмник.Пульт управления.Техника безопасности при обращении с приёмником,пультом управления.	2	2	
6.	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера:Регулятор скорости.Техника безопасности при обращении с регулятором скорости	2	2	
7	Обобщение теоретической части-проверка теоретических знаний,зачёт.	1	1	
8	Подключение аккумулятора.Проверка работоспособности всех систем.	2	1	1
9	Подготовка квадрокоптера к первому запуску.Установка пропеллеров и защиты.Пробный запуск без взлёта.	2		2
10	Первый взлёт.Зависание на малой высоте.Привыкание к пульту управления.Проверка работы всех узлов квадрокоптера.	2		2
11	Приложение TELLO App. Подключение к коптеру.	1		1
12	Взлёт на малую высоту.Зависание.Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах.	2		2
13	Полёт на малой высоте по траектории.	2		2
14	Полёт с использованием функции удержания высоты и курса .Произведение аэрофотосъёмки.	2		2
15	Техническое обслуживание квадрокоптера.Анализ полётов,ошибок пилотирования.	2	2	
16	Полёт с использованием функции автоматизации.	2		2
17	Полёт с выполнением трюков.	2		2
18	Проектирование гоночной трассы. Изготовление гоночной трассы.	2		2
	Конкурс.	2		2
	<b>ИТОГО:</b>	<b>34</b>	<b>14</b>	<b>20</b>

## Содержание программы

### История развития квадрокоптеров.

Сегодня о квадрокоптерах не знает только ленивый. Эти беспилотные аппараты используются в качестве игрушек, летающих платформ для фото- и видеосъемки, военных разведчиков и даже спортивных снарядов. Первый квадрокоптер на радиоуправлении появился чуть более 10 лет назад, а сегодня такие устройства уже являются привычными гаджетами. Однако ошибочно думать, что это изобретение сугубо 21 века – первые прототипы

подобных аппаратов были разработаны еще в начале прошлого столетия. История квадрокоптера полна интересных технических решений, поисков и экспериментов, узнать о которых подробнее мы и предлагаем вам в этой статье.

### **Первые прототипы квадрокоптеров**

Прежде чем углубляться в историю этих аппаратов, необходимо разобраться в их специфике. **Под квадрокоптером понимается вертолет, имеющий четыре несущих винта, разнесенных с помощью балок относительно центра корпуса.** Каждый из них оснащен собственным двигателем, а работа всех приводов контролируется микропроцессорной системой и тремя гироскопами, обеспечивающими стабильное положение аппарата в воздухе. В зависимости от модели конструкция квадрокоптера может также включать акселерометр, датчик давления, сонар и GPS-приемник. Чтобы исключить поворот аппарата в воздухе, одна половина винтов вращается по часовой стрелке, а вторая – против, тем самым компенсируя крутящий момент. Полет коптера может управляться радиокомандным способом посредством пульта или проходить в автономном режиме по заранее записанному в бортовой компьютер маршруту.

История создания квадрокоптеров началась еще на заре вертолетостроения, а именно в 1920-х годах. Тогда независимо друг от друга над подобной идеей работали американский конструктор российского происхождения Георгий Ботезат и французский инженер Этьен Эмишен – каждый из них придумал пилотируемый аппарат с четырьмя разнесенными винтами, которые приводились в действие одним двигателем через сложную систему трансмиссии. Во время испытаний их вертолеты смогли подняться на небольшую высоту (от 5 до 15 м) и пролететь определенное расстояние (модель Эмишена преодолела 1100 м), **однако дальше тестовых полетов дело не пошло.** На то имелось 3 причины:

- слишком сложная трансмиссия, передающая крутящий момент с одного двигателя на все роторы, была крайне ненадежной и постоянно выходила из строя;
- для поперечного и курсового управления модель Эмишена использовала целых 8 пропеллеров, а аппарат Ботезата мог двигаться только с попутным ветром;
- аппараты не имели системы стабилизации в воздухе, из-за чего были крайне неустойчивым в полете, особенно в ветреную погоду.

Хотя хронологически первым квадрокоптер придумал именно Этьен Эмишен, его аппарат нельзя считать полноценным прототипом современных моделей.

Последующее **изобретение автомата перекоса и рулевого винта дало зеленый свет вертолетам классической и соосной схемы, и о четырехвинтовых на время забыли.** Лишь в 1950-х годах интерес к ним стал возрождаться, некоторые компании разработали опытные образцы подобных машин. Более совершенный квадрокоптер изобрел тот же Георгий Ботезат в 1956 году – новый вариант его машины уже управлялся с помощью несущих винтов. В качестве весьма успешного примера можно также привести пилотируемый аппарат VZ-7 компании Curtiss-Wright, который в 1958 году прошел летные испытания, показал хорошую стабильность и управляемость, но был отвергнут Армией США из-за недостаточных эксплуатационных характеристик. На этом разработка квадрокоптеров снова

затормозилась, и к данной идее вернулись лишь спустя полвека, уже в следующем тысячелетии.

Параллельно развивалась технология создания беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), управляемых дистанционно или в автономном режиме. **Особенно это было востребовано военными, которые заинтересовались подобными машинами еще в Первую Мировую войну.** Сложно сказать, кто изобрел первый дрон, так как подобные разработки проводились во всех развитых странах того времени, но одним из самых ранних аппаратов этого типа в мелкосерийное производство поступил немецкий беспилотный бомбардировщик Fliegermaus, способный нести бомбовую нагрузку и управляемый по радио. Другой пример такой техники – созданный в 1917 году «Автоматический аэроплан Хьюитта-Сперри», оснащенный двумя гироскопами для полностью автономного полета по заданному курсу.

Если быть совсем точным, то первые военные беспилотники были изобретены еще раньше – в 1849 году австрийская армия использовала воздушные шары с автоматически сбрасываемыми фугасами для бомбардировки Венеции.

В межвоенный период и **во Вторую мировую войну бурное развитие получили самолеты-снаряды** (в частности, немецкий Фау-1), являющиеся прототипами современных крылатых ракет, а также переоборудованные из обычных моделей беспилотники-разведчики и бомбардировщики. Однако из-за несовершенства технологии (прежде всего контрольного оборудования) все эти и последующие системы были спроектированы в виде самолетов, ракет или вертолетов обычной схемы. Их боевое применение хоть и не было абсолютно удачным, однако поспособствовало тому, что история развития дронов продолжилась дальше.

### **Появление современных квадрокоптеров**

По прошествии полувека с тестовых испытаний первых квадрокоптеров сложились благоприятные условия для возрождения интереса к этому виду летающей техники:

- во-первых, достижения в области материаловедения позволили создать прочные и легкие полимеры, которые существенно уменьшают вес аппарата;
- во-вторых, прогресс микроэлектроники (а именно появление микропроцессоров) обеспечило базу для более простого и стабильного управления винтокрылыми машинами.

**В своем современном виде первые в мире квадрокоптеры появились в 2006 году с выпуском моделей от немецкой компании MikroKopter.** Они уже имели бортовой микроконтроллер, 3 гироскопа, барометр и акселерометр, отличались достаточной стабильностью в полете. Чуть позже их дополнили GPS-модулем для фиксации позиции. Квадрокоптер на радиоуправлении от MikroKopter изначально был предназначен для профессионального использования и имел высокую стоимость, однако открытый исходный код привел к появлению на рынке его дешевых клонов, что негативно отразилось на продажах компании. И хотя по данной причине код впоследствии закрыли, это побудило другие фирмы изобретать дроны гражданского назначения в разных ценовых категориях.

**В дальнейшем рынок четырехвинтовых дронов пошел по двум направлениям:**

- создание полностью готовых к использованию устройств различного класса, от бюджетных игрушек до профессиональных платформ для видеосъемки, спасательных, полицейских, природоохранных и других операций;
- разработка микроконтроллеров и программного обеспечения к ним, которые можно адаптировать к самодельным или купленным аппаратам.

По первому пути пошли такие ныне известные компании, как Gauі, DJI, XАircraft и другие производители. Как правило, в их продукцию входит сам аппарат, собственная линейка микроконтроллеров и программного обеспечения к ним. Во втором направлении особо отметились такие компании, как MultiWii, KaptainKuk, ArduCopter. При разработке своих микроконтроллеров они часто используют платы Arduino и разрабатывают открытый исходный код, давая возможность энтузиастам самим создавать свои варианты систем.

Благодаря финансовой доступности и простоте этих компонентов сегодня весьма развито любительское моделирование дронов.

Еще одной **важной технологией, благодаря которой квадрокоптеры появились на широком рынке, явилась система стабилизированной подвески**, позволяющая монтировать на аппарат фото- или видеокамеру или иную аппаратуру. Установленные в ней сервоприводы и датчики позволяют компенсировать колебания и развороты дрона по соответствующим осям, обеспечивая подсоединенному оборудованию оставаться в практически неподвижном положении. Это существенно улучшило качество съемки с квадрокоптеров, и именно благодаря этой технологии они сегодня широко используются в рекламе, кинопроизводстве, военном деле и т. д.

Очевидно, что история дронов не остановится на стадии развлечения и узкоспециализированного применения. **В Саудовской Аравии уже готовятся в ближайшие годы запустить автоматическое беспилотное такси на базе квадрокоптера**, появляются разработки полноценных боевых машин, способных выполнять не только разведывательные функции, но и участвовать непосредственно в военных действиях. Совершенствование этих аппаратов идет сегодня по пути увеличения длительности работы в автономном режиме, расширения функционала, внедрения систем искусственного интеллекта. Оправдают ли квадрокоптеры себя в будущем — покажет время, но уже сегодня они предоставляют широкие возможности в самых различных областях.

В нашем [недавнем материале](#), который посвящен выбору мультикоптера, в числе прочих упоминались миниатюрные летающие устройства. Правда, мы прошлись по ним довольно неласково, с таким презрением назвав их «не более чем игрушкой».

А время идет, и технологии не стоят на месте. Они не только развиваются, но и дешевеют. Функции, которые совсем недавно были присущи лишь дорогим аппаратам, вдруг оказываются успешно внедренными в дешевые приборчики! Обидно, когда видишь недорогое устройство, гораздо более умное и функциональное, чем прибор, втридорога купленный пять лет назад.

Похоже, настал момент снять шляпу и перед миниатюрными квадрокоптерами, признав их «не игрушкой». По крайней мере, перед одной конкретной моделью, которая оказалась у нас на тестировании: DJI Ryze



Tello TLW004. Таково полное имя рассматриваемого квадрокоптера, хотя из-за путаницы с перепродажами брендов можно встретить варианты без упоминания торговых марок DJI или Ryze. А то и вовсе без индекса модели. Просто [Tello](#).

### Конструкция, технические характеристики



На этом «вводном» фотоснимке рядом с квадрокоптером находится пульт управления (иначе джойстик, контроллер) с установленным на нем смартфоном. Как вы уже поняли, пульт — всего лишь опция. Забегая вперед, отметим: опция крайне необходимая. Хотя, если преследуется цель жесткой экономии, от контроллера можно и отказаться, поскольку управление дроном может осуществляться одним лишь смартфоном. А уж телефон-то у каждого в кармане найдется.

### *Квадрокоптер DJI Ryze Tello TLW004*

Помятая коробка — это вполне нормально для далекого почтового путешествия. С самим дроном вряд ли случится несчастье, поскольку жесткий блистер надежно защищает хрупкую с виду конструкцию от сдавливания.

Комплектность квадрокоптера можно назвать скромной: дрон с установленными винтами, набор запасных винтов с ключом для их монтажа, аккумулятор и краткая инструкция на китайском языке.



Почти невесомая конструкция не имеет никаких подвижных частей, если не считать двигатели с винтами. Четырехлучевая рама из прочного пластика составляет одно целое с корпусом дрона, в котором прячется электронная начинка, включая камеру. Удивительно, как она там вообще помещается, эта электроника. Ведь аккумулятор имеет размеры, почти сравнимые с корпусом, в который он же и вставляется!



Камера, встроенная в переднюю часть корпуса, чуть наклонена вниз. Таким образом, съемка всегда ведется под небольшим углом, и это правильно. Рядом с камерой расположен многоцветный светодиод, сигнализирующий о текущем состоянии дрона: зарядке батареи, рабочем режиме. Задняя часть корпуса является незакрытым слотом для аккумулятора. Батарея просто вщелкивается в этот слот, и ничем, кроме внутреннего фиксатора, не удерживается.

На левом боку дрона находится разъем Micro-USB, необходимый для подзарядки аккумуляторной батареи. Противоположная сторона корпуса содержит единственную кнопку включения/выключения аппарата, срабатывающую от короткого нажатия.



Короткие резиновые ножки предотвращают скольжение коптера на гладких поверхностях, а съемную защиту винтов лучше не демонтировать. Без защиты, конечно, взлетный вес немного уменьшается, зато возникает вероятность скорой замены винтов на запасные.

В нижней части корпуса находится вентиляционная решетка, помогающая охладить электронные компоненты устройства. Сами же компоненты — датчики — расположены ближе к задней части корпуса. Здесь в ряд

выстроились высотомер и микрокамера, составляющая основу системы автозависания.



Эта система автоматического удерживания летательного аппарата на одном месте работает на том же принципе, который используется в обычной оптической мышке: камера, направленная вниз, непрерывно фотографирует поверхность, а программа, обрабатывающая данные, сравнивает поступающие изображения и вычисляет направление перемещения. Подробнее об этой системе мы еще поговорим.



Энергию моторам и электронике дрона дает съемный аккумулятор емкостью 1100 мА·ч.



Полностью заряженная батарея обеспечивает 13 минут полета. Немного, конечно. Впору задуматься о приобретении запасных батарей, а к ним еще и

зарядного устройства. Все эти аксессуары нетрудно найти в интернет-магазине, если не боитесь ударов по кошельку.



Пропеллеры закрепляются на осях моторов с помощью маленького комплектного ключа. Эти лопасти настолько малы, что возникает сомнение: они действительно в состоянии поднять летательный аппарат?



Да, в состоянии. Потому что собранный и заряженный квадрокоптер весит всего-то 86 граммов.



Основные технические характеристики квадрокоптера приведены в следующей таблице.

#### **Методическое обеспечение программы**

Квадрокоптер TELLO, тетради, ручки, Планшет MRJN2LL/A iPad Wi-Fi 32 GB GOLD

#### **Список литературы**

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](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.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. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>
4. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 11 Электрон.журн. 2012. №3.
6. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html)
7. Понфиленок, О.В. Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров / О.В. Понфиленок, А.И. Шлыков, А.А. Коригодский. — Москва, 2016.
8. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

## **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, закрашивать 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

## 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 зона 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 двигатели 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.

**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**

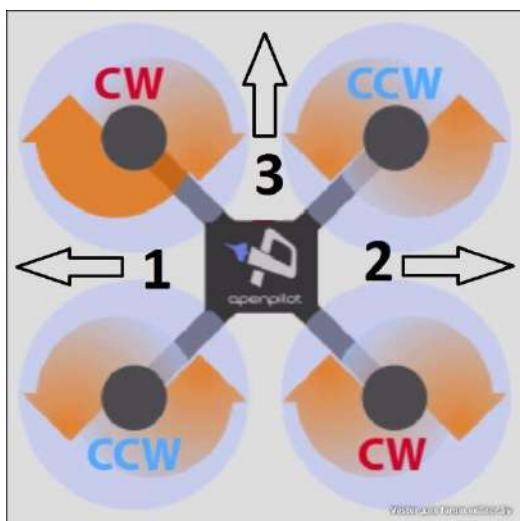
Победу в соревнованиях одержит команда набравшая наибольшее количество баллов по итогам 3 этапов.

**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:**

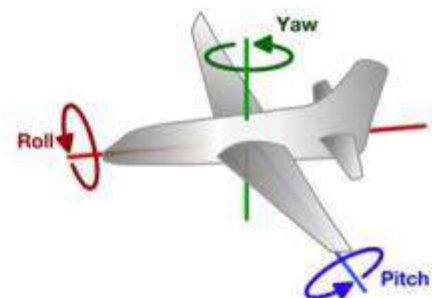
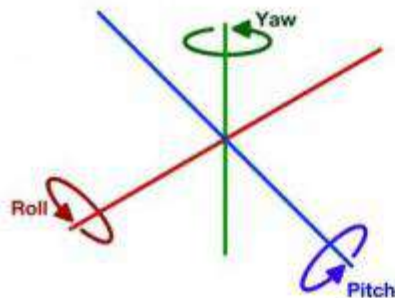
- 1) Scrutch
- 2) Pitch
- 3) Patch

**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 на**

- 1) Roll
- 2) P

**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 7

### Критерии оценивания

Наименование	Наименование аспекта оценки	Максимальный
--------------	-----------------------------	--------------

критерия оценки		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	<b>Прохождение трассы за наименьшее время:</b> 1 место	65
	2 место	50
	3 место	35
	4 место	20
	5 место	5
	<b>Дополнительные баллы:</b> аккуратность полета, отсутствие столкновений, повреждений аппарата	15
	- точное приземление на финишную площадку	10
	соответствие полета заданной траектории	10
<b>Штрафные очки:</b>		
касание земли или препятствия(стойки)	5	
каждое падение квадрокоптера.	10	

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