

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя школа № 1»

СОГЛАСОВАНА  
на заседании  
педагогического совета  
(протокол от 27.08.2024 № 1)

УТВЕРЖДАЮ  
директор МБОУ СШ № 1  
Н. А. Машкина  
29.08.2024

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ  
«Беспилотные летательные аппараты»**

**Уровень программы:** Базовый, продвинутый  
**Срок реализации программы:** 2 года  
**Объем программы:** 68 часов  
**Целевая аудитория:** Дети с 12 до 17 лет  
**Возрастная категория:** 12–17 лет  
**Форма обучения:** очная  
**Вид программы:** авторская

**Автор-составитель:** Копытов Антон Владимирович  
учитель технологии

## **1. Пояснительная записка**

Настоящая программа разработана в соответствии с рядом нормативно-правовых документов:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);
2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (с изменениями и дополнениями);
3. Приказ Министерства образования Камчатского края от 31.08.2021 № 772 «Об утверждении положений о моделях выравнивания доступности дополнительных общеобразовательных программ для детей с различными образовательными возможностями и потребностями»;
4. Приказ Министерства образования Камчатского края от 14.08.2023 № 12-Н «Об утверждении Регламента общественной экспертизы дополнительных общеобразовательных программ»;
5. Приказ Министерства образования Камчатского края от 01.10.2021 № 879 «О внедрении моделей реализации дополнительных общеобразовательных программ в сетевой форме и моделей выравнивания доступности дополнительных общеобразовательных программ для детей с различными образовательными возможностями и потребностями»;
6. Методические рекомендации по реализации модели обеспечения доступности дополнительного образования детей с использованием разноуровневых дополнительных общеобразовательных программ (КГАУ ДПО «Камчатский ИРО», 2022);
7. Методические рекомендации по организации участия дополнительной общеразвивающей программы в системе персонифицированного финансирования дополнительного образования детей Камчатского края (КГАУ ДПО «Камчатский ИРО», 2022).

При разработке программы учитываются внутренние документы учреждения:

1. Устав МБОУ СШ № 1

### **1.1. 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 ребёнку 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 в дальнейшем вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

## **1.2. 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.

## **1.3. Цель**

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

## **1.4. Задачи**

- сформировать знания основ теории полета, практических навыков дистанционного управления квадрокоптером;
- обучить основным приемам сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных систем;
- сформировать навыки пилотирования БПЛА в режиме авиасимулятора;
- сформировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

## **1.5. Ожидаемые результаты**

### **Предметные:**

- сформированы первичные представления о робототехнике, ее значении в жизни человека, о профессиях, связанных с изобретением и производством технических средств.

- развиты умение постановки технической задачи, собирать и изучать нужную информацию, находить конкретное решение задачи и материально осуществлять свой творческий замысел

- расширены знания обучающихся об окружающем мире, о мире техники;

- обучающиеся должны уметь конструировать механизмы и машины;

- обучающиеся умеют программировать простые действия и реакции механизмов.

### **Личностные:**

- сформированы основы безопасности собственной жизнедеятельности и окружающего мира;

- привито ценностное отношение к собственному труду, труду других людей и его результатам;

- сформированы умения демонстрировать технические возможности роботов, создавать программы на компьютере для различных роботов с помощью педагога и запускать их самостоятельно.

### **Метапредметные:**

- сформированы навыки сотрудничества: работа в коллективе, в команде, малой группе (в паре);

- обучающиеся умеют решать творческие, нестандартные ситуации на практике при конструировании и моделировании объектов окружающей действительности;

- развиты коммуникативные способности учащихся, умение аргументировано представлять результаты своей деятельности, отстаивать свою точку зрения;

- развиты способности творчески подходить к проблемным ситуациям.

## **1.6. Направленность**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные летательные аппараты» имеет техническую направленность.

## **1.7. Уровень**

Уровень программы — базовый, продвинутый

## **1.8. Характеристики обучающихся, возрастные особенности, иные медико-психолого-педагогические характеристики**

Программа ориентирована на обучающихся среднего и старшего школьного возраста.

Характерными возрастными особенностями среднего школьного (подросткового) возраста являются: усиленное внимание к собственному внутреннему миру; развитие мечтательности, сознательный уход от

реальности в фантастику; авантюризм; утрата внешних авторитетов, опора на личный опыт; моральный критицизм, негативизм; внешние формы нарочитой неуважительности, небрежность, заносчивость; самоуверенность; любовь к приключениям, путешествиям (побеги из дома); лживость «во спасение», лукавство; бурное выявление новых чувств, просыпающихся с половым созреванием.

Характерными особенностями старшего школьного (юношеского) возраста являются: этический максимализм; внутренняя свобода; эстетический и этический идеализм; художественный, творческий характер восприятия действительности; бескорыстие в увлечениях; стремление познать и переделать реальность; благородство и доверчивость.

### **1.9. Форма обучения**

Форма обучения — очная.

### **1.10. Особенности организации образовательного процесса**

Формируется разновозрастная группа численностью не более 12 человек. Специального отбора детей в объединение не предусмотрено. Зачисление осуществляется в зависимости от возраста.

### **1.11. Состав группы, режим занятий, периодичность и продолжительность занятий**

Состав группы постоянный, до 12 человек.

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 1 академическому часу.

### **1.12. Возможности реализации индивидуального образовательного маршрута**

Возможность обучения по индивидуальному образовательному маршруту не предусмотрена.

### **1.13. Объем освоения программы**

68 часов.

### **1.14. Срок освоения программы**

2 года.

## **2. Профориентационные возможности программы**

### **2.1. Знания и навыки:**

Работа с техникой

Работа руками

Исследования и эксперименты

Информатизация и программирование

Развитие мышления

### **2.2. Направления профессионального развития:**

Высокие технологии и инженерное дело

Информационные технологии

### 3. Учебный план

Учебный план дополнительной общеобразовательной программы «Беспилотные летательные аппараты».

№ занятия	Наименование раздела / темы	Всего часов	Часов теории	Часов практики	Форма контроля
<b>1-й год обучения</b>					
1	Тема 1. Инструктаж по технике безопасности	1	1	0	Устный опрос
2-3	Тема 2. Планирование проекта	2	1	1	Нет
4-11	Тема 3. Обучение управлению БПЛА	8	2	6	Нет
12-18	Тема 4. Сборка силовой части	7	1	6	Нет
19-20	Тема 5. Настройка полётного контроллера	2	1	1	Нет
21-23	Тема 6. Проектирование гоночной трассы	3	1	2	Нет
24-29	Тема 7. Тренировка	6	0	6	Тест
30-34	Тема 8. Конкурс	5	0	5	Конкурс
<b>2-й год обучения</b>					
1	Тема 1. Инструктаж по технике безопасности	1	1	0	Устный опрос
2-3	Тема 2. Планирование проекта	2	1	1	Нет
4-11	Тема 3. Обучение управлению БПЛА (FPV)	8	2	6	Нет
12-18	Тема 4. Сборка силовой части	7	1	6	Нет
19-20	Тема 5. Настройка полётного контроллера (FPV)	2	1	1	Нет
21-23	Тема 6. Проектирование гоночной трассы (FPV)	3	1	2	Нет
24-29	Тема 7. Тренировка (FPV)	6	0	6	Тест
30-34	Тема 8. Конкурс (FPV)	5	0	5	Конкурс

### 4. Содержание программы

#### 4.1. 1-й год обучения

##### Тема 1. Инструктаж по технике безопасности (1 ч.)

Теория: Техника безопасности при конструировании и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Практика: Отсутствует.

##### Тема 2. Планирование проекта (2 ч.)

Теория: Правила выбора проекта. Введение в беспилотную авиацию, в дроностроение. 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 3. Обучение управлению БПЛА (8 ч.)**

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 4. Сборка силовой части (7 ч.)**

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 5. Настройка полетного контроллера (2 ч.)**

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.

### **Тема 6. Проектирование гоночной трассы (3 ч.)**

Теория: Знакомство с принципами построения трасс.

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

### **Тема 7. Тренировка (6 ч.)**

Теория: Отсутствует.

Практика: 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 8. Конкурс (5 ч.)**

Теория: Отсутствует.

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

## **4.2. 2-й год обучения**

### **Тема 1. Инструктаж по технике безопасности (1 ч.)**

Теория: Техника безопасности при конструировании и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Практика: Отсутствует.

### **Тема 2. Планирование проекта (FPV) (2 ч.)**

Теория: Правила выбора проекта. Введение в беспилотную авиацию, в дроностроение. Описание квадрокоптеров, их применение. Знакомство с симулятором полетов с управлением «от первого лица» (First Person View — FPV) 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 3. Обучение управлению БПЛА (FPV) (8 ч.)**

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 4. Сборка силовой части (7 ч.)**

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 5. Настройка полетного контроллера (FPV) (2 ч.)**

Теория: Повторение материала о полётных контроллерах: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с методами настройки полётного контроллера для FPV-полётов.

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 для FPV-полёта.

### **Тема 6. Проектирование гоночной трассы (FPV) (3 ч.)**

Теория: Повторение принципов построения трасс.

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

### **Тема 7. Тренировка (FPV) (6 ч.)**

Теория: Отсутствует.

Практика: Обучение управлению квадрокоптером в FPV-режиме. 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 8. Конкурс (FPV) (5 ч.)**

Теория: Отсутствует.

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

## **5. Календарный учебный график**

Календарный учебный график издаётся отдельным документом образовательного учреждения и публикуется на официальном сайте по адресу: <https://vilschool1.gosuslugi.ru/svedeniya-ob-obrazovatelnoy-organizatsii/obrazovanie/>

## **6. Условия реализации программы**

### **6.1. Наличие необходимых материально-технических условий для реализации программы**

№ п/п	Перечень оборудования, инструментов и материалов	Количество
1	Ноутбуки с ПО для программирования, симуляции	16 шт.
2	Квадрокоптеры DJI Tello	5 шт.
3	Квадрокоптеры Zuma X15	2 шт.
4	Шлем VR VivePRO HDM	1 шт.

### **6.2. Характеристика помещений**

Помещение соответствует требованиям СанПиН.

### **6.3. Наличие информационно-методических условий реализации программы**

№ п/п	Наименование пособия, электронного образовательного ресурса	Область применения
1	Симулятор БАС 1Т: <a href="https://game.1t.ru/dMulti.html">https://game.1t.ru/dMulti.html</a>	Применяется как на занятиях, так для самостоятельного освоения обучающимися

### **6.4. Использование дистанционных образовательных технологий при реализации программы**

Да, с использованием электронного образовательного ресурса «1ТMir»: <https://editor.mir.1t.ru/#/>.

### **6.5. Реализация программы в сетевой форме**

Сетевая форма реализации программы не предусмотрена.

## **7. Список литературы**

### **7.1. Список литературы для педагога:**

1. Белинская, Ю. С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета / Ю. С. Белинская. — Текст : электронный // Молодежный научно-

технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. — 2023. — № 4. : [сайт]. — URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 25.08.2024);

2. Гурьянов, А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. / А. Е. Гурьянов. — Текст : электронный // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. — 2014. — № 8. : [сайт]. — URL: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения: 25.08.2024);

3. Ефимов, И. Программируем квадрокоптер на Arduino (часть 1) / И. Ефимов. — Текст : электронный // Хабр : [сайт]. — URL: <https://habr.com/ru/articles/227425/> (дата обращения: 25.08.2024);

4. Как собрать и настроить квадрокоптер на базе Ардуино (Arduino)? — Текст : электронный // DronGeek : [сайт]. — URL: <https://drongeek.ru/profi/kvadrokopter-na-arduino> (дата обращения: 25.08.2024);

5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости / А.Н. Канатников. — Текст : электронный // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. — 2012. — № 3. : [сайт]. — URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 25.08.2024);

6. Мартынов, А. К. Экспериментальная аэродинамика / А. К. Мартынов. — М. : Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. — 479 с. — Текст : непосредственный;

7. Мирошник, И. В. Теория автоматического управления / И. В. Мирошник. — СПб : Питер, 2005. — 337 с. — Текст : непосредственный;

8. Основы аэродинамики и динамики полета. — Текст : электронный // Институт транспорта и связи : [сайт]. — URL: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf) (дата обращения: 25.08.2024).

## **7.2. Список литературы для учащихся и родителей:**

1. Alderete, T. S. Simulator Aero Model Implementation / T. S. Alderete. — Текст : электронный // Ames Research Center, Moffett Field : [сайт]. — URL: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения: 25.08.2024)

2. Bouadi, H. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter / H. Bouadi, M. Tadjine. — Текст : непосредственный // World Academy of Science, Engineering and Technology. — 2007. — № 25. — С. 225-229

3. Dikmen, I. C. Attitude control of a quadrotor / I. C. Dikmen, A. Arisoy, TemeltasH.. — Текст : непосредственный // 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies. — 2009. — № 4. — С. 722-727

4. FPV-мультикоптеры: обзор технологии и железа. — Текст : электронный // Редакция Tom's Hardware Guide : [сайт]. — URL: [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html) (дата обращения: 25.08.2024)

5. LIPOSAFETY AND MANAGEMENT. — Текст : электронный // Aerobot : [сайт]. — URL: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (дата обращения: 25.08.2024)
6. Luukkonen, T. Modelling and Control of Quadcopter / T. Luukkonen. — Текст : электронный // School of Science, Espoo : [сайт]. — URL: [http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11\\_public.pdf](http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf) (дата обращения: 25.08.2024)
7. Madani, T. Backstepping control for a quadrotor helicopter / T. Madani, A. Benallegue. — Текст : непосредственный // IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. — 2006. — № 11. — С. 3255-3260
8. Murray, R. M. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation / R. M. Murray, Z. Li, S. S. Sastry. — Текст : непосредственный // SRC Press. — 1994. — № . — С. 474
9. Zhao, W. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization / W. Zhao, G. T. Hiong. — Текст : непосредственный // Journal of the Franklin Institute. — 2014. — № 351. — С. 1335-1355
10. Методические рекомендации. — Текст : электронный // Точка роста : [сайт]. — URL: <https://tochkarosta.68edu.ru/методические-рекомендации/> (дата обращения: 02.10.2024)

## 8. Приложения

### 8.1. 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.

## **8.2. 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.

### **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.

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

У вас должно быть достаточно силы тяги.

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

В идеале мультикоптер должен взлетать при 50% стика газа.

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

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

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

Если вы летаете рядом с людьми — вы их ставите под угрозу. Будьте уверены, что есть безопасное расстояние между вами и зрителями. По крайней мере это не ближе 3 метров, но не дальше 10.

Держите всех людей дальше от летательного аппарата. Убедитесь, что никто не находится между вами и аппаратом. Зрители должны быть позади пилота.

Если кто-то нарушает безопасную зону полета, сажайте летательный аппарат и ждите, пока не освободится пространство для безопасного полета.

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

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

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

После приземления первое, что вы должны сделать, — это отключить питание!

Не выключайте передатчик, пока вы не обесточили аппарат.

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

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

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

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

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

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

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

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

Учитесь переключать режимы из стабилизации в другие и обратно. Это самая хорошая практика.

В режим стабилизации может быть добавлен Simplemode для лучшей практики, если вы испытываете трудности.

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

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

- бросить полотенце на пропеллеры, так как они могут начать крутиться неожиданно;
- сразу отключайте аккумулятор;
- большое полотенце важная часть для обеспечения безопасности с огнетушителем и аптечкой;
- лучше использовать первое средство, чем сразу последнее.

При тестировании или полетах по любым точками в режиме навигации используя GPS (или иные системы)

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

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

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

### **Знайте законы.**

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.

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.

## **8.3. 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.

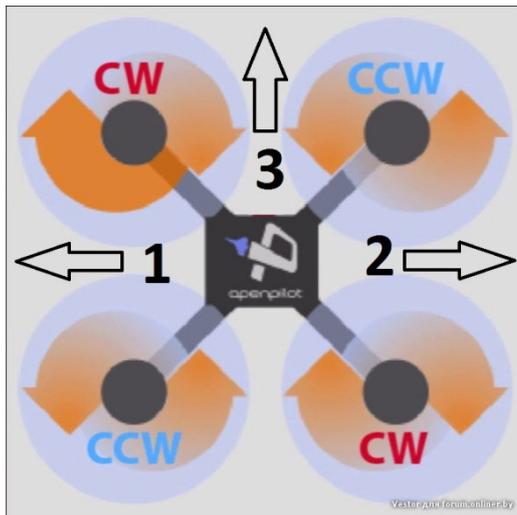
Итоговое количество баллов складывается из баллов за прохождение трассы и штрафных баллов. Максимальное количество баллов - 100.

#### **Итоги соревнований**

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

### **8.4. Приложение 4. Тест по программе «Беспилотные летательные аппараты»**

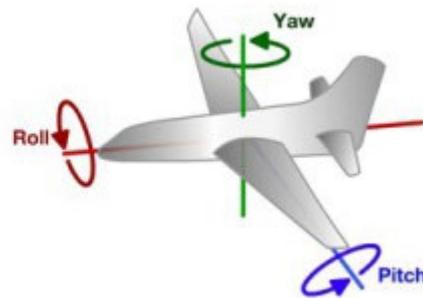
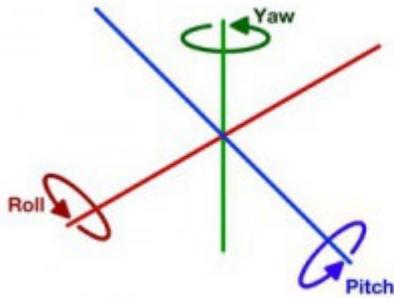
1. Что такое Квадрокоптер?
  - а. это беспилотный летательный аппарат;
  - б. обычно управляется пультом дистанционного управления с земли;
  - в. имеет один мотор с двумя пропеллерами;
  - г. имеет четыре мотора (или меньше) с четырьмя пропеллерами.
2. В Российском законодательстве установлена максимальная масса квадрокоптера, не требующего специального разрешения на полеты:
  - а. до 250 граммов;
  - б. до 500 граммов;
  - в. до 1000 граммов;
  - г. до \_\_\_\_\_ граммов.
3. На картинке представлен квадрокоптер и схематично показано направление вращения винтов. Укажи верное направление движения «вперед» квадрокоптера:



- а. 1;
  - б. 2;
  - в. 3.
4. Что такое электронный регулятор оборотов?
    - а. устройство для управления оборотами электродвигателя, применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой;
    - б. устройство для управления оборотами резиномоторного двигателя;
    - в. устройство для управления оборотами сервомашинки.
  5. Kv-rating показывает:
    - а. сколько оборотов совершит двигатель за одну минуту (RPM) при определенном напряжении;
    - б. емкость батареи питания квадрокоптера;
    - в. скорость движения квадрокоптера по прямой.
  6. Расшифруй надпись: «Turnigy Multistar 5130-350»
    - а. это двигатель с высотой 51мм, диаметром статора 30 мм и KV 350;
    - б. это двигатель с диаметром статора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350;
    - в. это двигатель с диаметром ротора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350.
  7. Расшифруй надпись: «Scorpion M-2205-2350KV»
    - г. это двигатель с диаметром статора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350;
    - д. это двигатель с диаметром ротора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350;
    - е. это двигатель с высотой 22мм, диаметром статора 5 мм и KV 2350.
  8. Чем лучше использование бесколлекторного двигателя?
    - а. лучшее соотношение масса/мощность, лучшее КПД;
    - б. легче;
    - в. компактнее;
    - г. меньше греются;
    - д. 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:
    - а. Scrutch;
    - б. Pitch;

в. Patch.

10. Расшифруй цифровое обозначение пропеллера размером «10×4,5»:
- а. первая цифра в маркировке обозначает шаг винта в дюймах, а вторая — диаметр винта;
  - б. первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая — диаметр отверстия под ось мотора;
  - в. первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая — шаг винта.
11. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен тангаж:



- а. Roll;
  - б. Pitch;
  - в. Yaw.
12. Посмотри на рисунок из вопроса № 12 и укажи, каким словом отмечен крен:
- а. Roll;
  - б. Pitch;
  - в. Yaw.
13. Посмотри на рисунок из вопроса № 12 и укажи, каким словом обозначается рыскание:
- а. Roll;
  - б. Pitch;
  - в. Yaw.
14. Как расшифровывается аббревиатура FPV?
- а. носимая камера;
  - б. полеты без управления;
  - в. вид от первого лица.
15. Полётный контроллер — это:
- а. электронное устройство, управляющее положением камеры для записи видео;
  - б. электронное устройство, управляющее полётом летательного аппарата;
  - в. электронное устройство для связи через спутник.
16. Что такое процедуры ARM и DISARM? Как они выполняются?
- а. ARM — это \_\_\_\_\_ ;
  - б. DISARM — это \_\_\_\_\_ .
- Что делать если квадрокоптер ударился о землю и потерял управление?

- а. \_\_\_\_\_ ;
- б. \_\_\_\_\_ ;
- в. \_\_\_\_\_ ;
- г. \_\_\_\_\_ ;
- д. \_\_\_\_\_ .

17. Что обязательно нужно проверить ПЕРЕД вылетом?

- а. затянутость гаек пропеллеров и отсутствие болтающихся проводов;
- б. заряд аккумуляторов и правильность установки пропеллеров;
- в. крепление и целостность защит пропеллеров.

18. Что НЕЛЬЗЯ делать во время полета?

- а. стоять сбоку от зоны полётов;
- б. двигать стиками в крайние положения;
- в. медленно летать;
- г. летать выше собственного роста.

19. Что делать сразу после приземления?

- а. сфотографировать на телефон;
- б. выключить пульт;
- в. подойти к коптеру и отключить его LiPo аккумулятор;
- г. Disarm и проверить газ.

### **8.5. 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**

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 — 1500×1000 мм.

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.

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.

Указатели направления трассы имеют белый цвет основного поля и стрелки оранжевого цвета, указывающие направление движения или поворота. Размер указателей не менее 297×420мм (А3). На трассе должно быть размещено не менее 8 указателей.

Допускается добавление элементов трассы членами жюри для усложнения конкурсного задания.

Данный модуль проводится на открытой ровной площадке площадью не менее 1000 м<sup>2</sup>.

## 8.6. Приложение 6. Ориентировочная схема трассы для пилотирования

