

**Министерство просвещения Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
дополнительного образования  
«Федеральный центр дополнительного образования  
и организации отдыха и оздоровления детей»**

*Сопоставлено:  
Третьим  
Педагогическим советом  
№1 от 13.04.2021г.*



И.о. директора ФГБОУ ДО ФЦДО

И.В. Козин

2021 г.

**Дополнительная общеразвивающая программа  
технической направленности  
«Изучение возможностей БПЛА»**

Возраст обучающихся: 12-17 лет  
Срок реализации: 3 месяца (36 ак. часов)

Автор программы:

Ермаков Александр Сергеевич,  
главный специалист методического  
отдела технической направленности

Москва  
2021

## Оглавление

1. Актуальность программы	3
2. Характеристика обучающихся	4
3. Цель программы	4
4. Образовательные цели	4
5. Объем и срок освоения программы, режим занятий	4
6. Форма обучения	4
7. Учебный план	5
8. Содержание учебного плана	6
9. Календарный учебный график	8
10. Планируемые образовательные результаты	9
11. Формы оценивания	9
11.1. Входное оценивание	9
11.2. Промежуточное оценивание	10
11.3. Итоговое оценивание	10
12. Условия реализации программы	10
12.1. Материально-технические	10
12.2. Кадровые	11
13. Методические материалы, рекомендуемые для обучающихся	11

## 1. Актуальность программы

Аэротехнологии – это набор инженерных дисциплин, посвященных созданию и управлению летательных аппаратов для решения различных прикладных задач.

В XXI веке появились огромные перспективы применения беспилотного летающего аппарата (БПЛА) для гражданских целей, и многие страны мира активно занимаются разработкой и совершенствованием беспилотного транспорта.

Одна из наиболее трендовых сфер использования беспилотников – логистика. Здесь преобладают несколько основных направлений: курьерское для доставки «последней мили», аэротакси для транспортировки людей и внутрипроизводственное, то есть складские дроны, способные считывать штрих-коды с упаковок и проводить технологичную инвентаризацию. Таким образом этот тренд создает конкуренцию автомобильным транспортным компаниям.

Помимо решения задач логистики, применение БПЛА активно развивается и в других сферах:

- внутрипроизводственное применение;
- строительство;
- сельское хозяйство;
- электроэнергетика;
- программный мониторинг и электронная карта ЛЭП;
- нефтегазовый сектор;
- экологический мониторинг;
- безопасность;
- чрезвычайные ситуации;
- кинематограф.

В настоящее время востребованы специалисты, способные комплексно оценить подходы к решению той или иной задачи при помощи БПЛА: разработчики БПЛА, специалисты по обслуживанию и управлению дронами, специалисты по разработке и интеграции дополнительного оборудования исходя из потребностей промышленности и бизнеса.

В результате освоения программы обучающиеся будут знать сферы применения и возможности БПЛА, а на практических занятиях научатся программировать и управлять им. И если аэротехнологии станут направлением будущей профессиональной деятельности, то программа позволит в дальнейшем осознанно выбрать конкретную специализацию.

## **2. Характеристика обучающихся**

Программа предназначена для обучающихся 12-17 лет, интересующихся аэротехнологиями, беспилотными летательными аппаратами и ориентированных на инженерную и проектную работу.

## **3. Цель программы**

Сформировать у обучающихся представление об аэротехнологиях через освоение программирования, управления, сборки и конструирования летательных аппаратов.

## **4. Образовательные цели**

Освоение программы предполагает достижение следующих образовательных целей обучающимся:

- научиться управлять БПЛА мультироторного типа, коллективно разрабатывать решения поставленной технической задачи, настраивать полетный контроллер PX4, программировать DJI Tello;
- научиться самостоятельно моделировать сложные геометрические объекты в САПР;
- научиться самостоятельно программировать микроконтроллер Arduino на уровне работы с датчиками, сервомашинками;
- узнает области применения БПЛА и цель применения БПЛА в них;
- узнает основные принципы построения летательных аппаратов;
- научиться осуществлять аэрофотосъёмку;
- научиться программировать БПЛА на примере DJI Tello.

## **5. Объем и срок освоения программы, режим занятий**

Срок реализации программы – 3 месяца. 4 часа в неделю, всего – 36 академических часов. Занятия проводятся по 2 часа два раза в неделю. Продолжительность занятия – 45 минут. Между занятиями предусмотрен перерыв в 10 минут.

## **6. Форма обучения**

Форма обучения – очная (на территории ФГБОУ ДО ФЦДО).

## 7. Учебный план

№ п/ п	Название раздела	Количество ак. часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Знакомство группы. Инструктаж по технике безопасности	2	1	1	Анкетирование
2	Введение в аэротехнологии	3	2	1	Опрос
3	Полезная нагрузка БПЛА	11	3	8	Проектная работа
4	Сборка и настройка БПЛА	11	4	7	Проектная работа
5	Управление и программирование БПЛА (сквозной модуль программы)	8	0	8	Практическая работа
6	Завершение программы	1	0	1	Рефлексия
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	

## 8. Содержание учебного плана

Тема	Содержание	Форма работы	Количество акад. часов	
			Теория	Практика
<b>Модуль 1. Вводный</b>				
Тема 1.1. Знакомство группы. Инструктаж по технике безопасности	Знакомство с обучающимися. Знакомство с направлениями технопарка (экскурсия). Инструктаж по технике безопасности, в том числе при полетах.	Игры на знакомство. Экскурсия. Лекция	1	1
<b>Модуль 2. Введение в аэротехнологии</b>				
Тема 2.1. Строение летательных аппаратов	Виды летательных аппаратов. Основные принципы построения летательных аппаратов.	Интерактивная лекция	1	0
Тема 2.2. Применение БПЛА	Области применения БПЛА: логистика, внутрипроизводственное применение, беспилотный транспорт и аэротакси, строительство, сельское хозяйство, электроэнергетика, нефтегазовый сектор, экологический мониторинг, безопасность, ЧС, видеосъемка.	Интерактивная лекция. Практическая работа	1	1
<b>Модуль 3. Полезная нагрузка БПЛА</b>				
Тема 3.1. Моделирование в САПР	Моделирование сложных геометрических объектов в САПР	Интерактивная лекция. Практическая работа в группах	1	3
Тема 3.2. Программирование на Arduino	Программирование микроконтроллеров Arduino на уровне работы с датчиками, сервомашинками.	Практическая работа в группах	2	3
Тема 3.3. Фотограмметрия	Создание 3D-моделей из нескольких изображений одного объекта, сфотографированного с разных углов при помощи БПЛА.	Практическая работа в группах	0	2

<b>Модуль 4. Сборка и настройка БПЛА</b>		<b>4</b>	<b>7</b>
Тема 4.1. Сборка СОЕХ Клевер	Сборка конструктора программируемого квадрокоптера СОЕХ Клевер.	2	2
Тема 4.2. Настройка полётного контроллера	Настройка полётный контроллер на основе РХ4.	2	2
Тема 4.3. Разработка мини-кейса	Доработка существующего БПЛА на основе собственных конструкторских решений обучающегося.	0	3
<b>Модуль 5. Управление и программирование БПЛА (сквозной модуль программы)</b>		<b>0</b>	<b>8</b>
Тема 5.1. Взлет и посадка DJI Tello (в модуле 3)	Базовые операции в управлении БПЛА мультиторного типа: взлет и посадка.	0	0,5
Тема 5.2. Полет по траектории на DJI Tello	Базовые операции в управлении БПЛА мультиторного типа: передвижение.	0	0,5
Тема 5.3. Блочное программирование на DJI Tello	Программирование БПЛА на примере DJI Tello.	0	2
Тема 5.4. Аэрофотосъемка	Проведение аэрофотосъемки.	0	3
Тема 5.5. Пилотирование БПЛА в полностью ручном режиме	Пилотирование сложных в управлении мультиторных БПЛА (в ручном режиме).	0	2
<b>Модуль 6. Завершение программы</b>		<b>0</b>	<b>1</b>
5.1. Командная рефлексия.	Подведение итогов; обратная связь обучающихся о их достижениях и дальнейших планах.	0	1

## 9. Календарный учебный график

Тема	Количество акад. часов		Месяц	Место проведения
	Теория	Практика		
<b>Модуль 1. Вводный</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
Тема 1.1. Знакомство группы. Инструктаж по технике безопасности	1	1	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
<b>Модуль 2. Введение в аэротехнологии</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		
Тема 2.1. Строение летательных аппаратов	1	0	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
Тема 2.2. Применение БПЛА	1	1	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
<b>Модуль 3. Полезная нагрузка БПЛА</b>	<b>3</b>	<b>8</b>		
Тема 3.1. Моделирование в САПР	1	3	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
Тема 3.2. Программирование на Arduino	2	3	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
Тема 3.3. Фотограмметрия	0	2	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
<b>Модуль 4. Сборка и настройка БПЛА</b>	<b>4</b>	<b>7</b>		
Тема 4.1. Сборка СОЕХ Клевер	2	2	Второй месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
Тема 4.2. Настройка полётного контроллера	2	2	Второй месяц	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)



			освоения программы	
Тема 4.3. Разработка мини-кейса	0	3	Второй месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
<b>Модуль 5. Управление и программирование БПЛА (сквозной модуль программы)</b>	<b>0</b>	<b>8</b>		
Тема 5.1. Взлет и посадка DJI Tello (в модуле 3)	0	0,5	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (полетная зона в каб. 204)
Тема 5.2. Полет по траектории на DJI Tello	0	0,5	Первый месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (полетная зона в каб. 204)
Тема 5.3. Блочное программирование на DJI Tello	0	2	Второй месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)
Тема 5.4. Аэрофотосъемка	0	3	Третий месяц освоения программы	На открытой территории ФГБОУ ДО ФЦДО
Тема 5.5. Пилотирование БПЛА в полностью ручном режиме	0	2	Третий месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (полетная зона в каб. 204)
<b>Модуль 6. Завершение программы</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
5.1. Командная рефлексия	0	1	Третий месяц освоения программы	ФГБОУ ДО ФЦДО (каб. 204)

## 10. Планируемые образовательные результаты

По окончании освоения программы «Изучение возможностей БПЛА» обучающийся достигнет следующих результатов:

- умеет управлять БПЛА мультироторного типа, в группах решать задачи разработки решения поставленной технической задачи, настраивать полетный контроллер PX4, программировать DJI Tello;
- умеет самостоятельно моделировать сложные геометрические объекты в САПР;
- умеет самостоятельно программировать микроконтроллер Arduino на уровне работы с датчиками, сервомашинками;
- знает области применения БПЛА и цель применения БПЛА в них;
- знает и понимает основные принципы построения летательных аппаратов;
- умеет осуществлять аэрофотосъёмку;
- умеет программировать БПЛА на примере DJI Tello.

## **11. Формы оценивания**

### **11.1. Входное оценивание**

Форма входного контроля – опрос. Данная форма позволит выявить начальный уровень подготовки обучающихся. Информация, полученная на этом этапе, даёт возможность определить дальнейшую вариативность в реализации программы.

### **11.2. Промежуточное оценивание**

Оценивание в модуле 2 «Введение в аэротехнологии» будет проходить в форме опроса по пройденному теоретическому материалу.

Оценивание в модулях 3, 4, 5 будет осуществляться через самооценивание, обратную связь по результатам выполненной практической работы (упражнений) и обсуждение в группе (peer-to-peer оценивание). Это поможет педагогу и обучающемуся в ходе программы оценивать степень достижения образовательных результатов.

### **11.3. Итоговое оценивание**

В качестве итогового оценивания используется сумма результатов по каждому модулю. Также на последнем занятии будет проведена рефлексия по пройденной программе, на которой обучающиеся смогут систематизировать полученные знания и навыки, обсудить дальнейшие возможности для развития в области Аэротехнологий.

## 12. Условия реализации программы

### 12.1. Материально-технические

№ п/п	Наименование	Количество
<b>Учебные пространства</b>		
1.	Кабинет Аэротехнологий с полетной зоной (№ 204)	1
2.	Хайтек-цех (№ 202)	1
3.	Открытая территория ФГБОУ ДО ФЦДО	1
<b>Учебное оборудование</b>		
4.	Ноутбук / ПК с доступом в сеть Интернет	6
<b>Презентационное оборудование</b>		
5.	Доска с проектором	1
6.	Флипчарт	2
7.	Ноутбук для подключения к проектору	1
<b>Профильное оборудование</b>		
8.	3D-принтер	2
9.	Квадрокоптер DJI Tello	4
10.	Квадрокоптер DJI Mavic Air / DJI Phantom 4	1
11.	Набор «Матрёшка»	6
12.	Конструктор программируемого квадрокоптера	4
<b>Расходные материалы</b>		
13.	PLA пластик для 3D-принтера	4
14.	Маркеры для флипчарта	6
15.	Рулон для флипчарта	2
16.	Бумага А4, упаков.	1
17.	Канцелярские принадлежности (ручка)	12
18.	Канцелярские принадлежности (ножницы, скотч)	3
<b>Программное обеспечение</b>		
19.	АСКОН Компас-3D	6
20.	Tinkercad (Google аккаунт)	6
21.	Полетный симулятор	6
22.	Полетный симулятор DJI	2
23.	Agisoft Metashape	3
24.	MS Office (Word, Excel, PowerPoint)	6

## 12.2. Кадровые

Для реализации представленной программы необходимо участие следующих специалистов:

- педагог дополнительного образования по направлению «Аэротехнологии» (является куратором образовательного процесса и выстраивает траекторию развития каждого обучающегося);
- педагог дополнительного образования по направлению «Геоинформатика» (эксперт в области фотограмметрии – тема 3.3);
- инженер Хайтек-цеха.

## 13. Методические материалы, рекомендуемые для обучающихся

### Основная литература:

1. Белинская Ю.С., Четвериков В.Н. Управление четырехвинтовым вертолетом // Наука и образование. М.: Изд-во МГТУ. 2012, – 171 с.
2. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования. /П.П. Афанасьев, И.С. Голубев, В.Н. Новиков, С.Г. Парафесь, М.Д. Пестов, И.К. Туркин/. Под ред. И.С. Голубева, И.К. Туркина. Изд. Второе, переработанное и дополненное. М.: 2008.– 656 с.
3. Испытания летательных аппаратов (беспилотные летательные аппараты). П.П. Афанасьев, А.Н. Геращенко, И.С. Голубев, В.В. Доронин, В.А. Жестков, И.П. Кириллов, С.Б. Лёвочкин, С.С. Лёвочкин.
4. Основы устройства, проектирования, конструирования и производства летательных аппаратов (дистанционно пилотируемые летательные аппараты). /П.П. Афанасьев, Ю.В. Веркин, И.С. Голубев, Е.П. Голубков, А.Б. Гусейнов, Д.А. Дьяконов, С.К. Кузин, В.Ф. Куличенко, А.М. Матвеев, С.Г. Парафесь, Л.Л. Ташкеев, И.К. Туркин, Ю.И. Янкевич/. Под ред. И.С. Голубева и Ю.И. Янкевича. М.: Изд-во МАИ, 2006. – 528 с.

### Дополнительная литература:

5. Shen S., Michael N., Kumar V. Autonomous multi-floor indoor navigation with a computationally constrained MAV // IEEE International Conference on Robotics and Automation. 2011. P. 20-25.
6. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления, 4-е изд., СПб.: Профессия. 2007.– 771 с.

7. Зенкевич С.Л., Галустян Н.К. Разработка математической модели и синтез алгоритма угловой стабилизации движения квадрокоптера // Мехатроника, автоматизация, управление. 2014. № 3.
8. Зенкевич С.Л., Галустян Н.К. Синтез и апробация алгоритма управления движением квадрокоптера по траектории // Мехатроника, автоматизация, управление. 2015. № 8. С 530-535.
9. Зенкевич С.Л., Галустян Н.К. Угловая стабилизация квадрокоптера // Экстремальная робототехника: сборник докладов всероссийской научно-технической конференции. СПб.: Изд-во «Политехника-сервис». 2012. – 171 с.
10. Пыркин А.А. Синтез системы управления квадрокоптером с использованием упрощенной математической модели / А.А. Пыркин и др. // СПб.: Изв. вузов. Приборостроение. 2013. Т. 56. № 4. С. 47-51.

#### **Электронные ресурсы:**

11. Сборка и настройка Клевер 2-4. <https://clover.coex.tech/ru/>
12. Актуальное состояние воздушного пространства РФ, аэродромы и зоны. [Электронный ресурс]. URL: <https://fpln.ru/>
13. Tinkercad: <https://www.tinkercad.com>
14. Уроки Ардуино для начинающих на русском: <https://робототехника18.рф/робототехника-ардуино/>
15. Руководство по эксплуатации Metashape: [https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro\\_1\\_5\\_ru.pdf](https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_ru.pdf)