

Министерство образования Республики Башкортостан

Муниципальное казенное учреждение Управление образования муниципального района  
Благовещенский район Республики Башкортостан

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования Детский образовательный  
технопарк г. Благовещенска Республики Башкортостан

ПРИНЯТА  
на заседании  
педагогического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_  
от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Директор МБУ ДО ДОТ  
г. Благовещенска  
\_\_\_\_\_ Г.А. Фахретдинова  
Приказ № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**  
технической направленности

**«АЭРОМОДЕЛИРОВАНИЕ»**

Возраст обучающихся: 12-18 лет

Срок освоения: с 1 сентября 2022 года по 31 мая 2023 год

Объем программы: 144 часа в год

Вид программы: модульно-блочная, первый модуль 72 часа, второй модуль 72

Составитель программы:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

г. Благовещенск, 2022

## Содержание

1. Комплекс основных характеристик программы	3
1.1. Пояснительная записка	3
1.2. Цель и задачи программы	6
1.3. Содержание программы	7
1.4. Планируемые результаты	13
2. Комплекс организационно-педагогических условий	14
2.1. Календарный учебный график	14
2.2. Условия реализации программы	15
2.3. Формы аттестации	16
2.4. Оценочные материалы	16
2.5. Методические материалы	18
2.6. Список литературы	20

# 1. Комплекс основных характеристик программы

## 1.1 Пояснительная записка

Программа разработана в соответствии с современными нормативными документами в сфере образования:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
- Приказ Минпросвещения России от 09.11.2018 N 196 (ред. от 05.09.2019) "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.11.2018 N 52831).
- СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы организаций дополнительного образования детей» // Постановление Главного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41.
- Концепция развития дополнительного образования детей // Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р.
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые) №09-3242 от 18.11.2015 г.

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, к 2015 году рынок БПЛА уже оценивался в 127 млрд долларов США<sup>1</sup> и продолжает активно развиваться. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

**Направленность программы.** Настоящая дополнительная общеразвивающая программа имеет **техническую направленность**. Предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС).

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Содержание программы ежегодно обновляется с учётом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы с учетом запроса социума.

**Уровень освоения общеобразовательной программы.** Настоящая программа соответствует базовому уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

**Актуальность программы.** Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса 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 росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать

---

<sup>1</sup> По информации PowerwaterhouseCoopers

и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Обучающиеся смогут принять участие во Всероссийском конкурсе естественно-научных и инженерных проектов школьников и студентов «Реактор», Всероссийском конкурсе «ЮниКвант», Международном конкурсе детских инженерных команд «Кванториада», Олимпиаде кружкового движения НТИ. Junior.

**Новизна** настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Дополнительная общеразвивающая образовательная программа «Аэромоделирование» — это междисциплинарный курс, включающий в себя науку, технологию, инженерное дело, математику и программирование, включающие востребованные на сегодняшний день технологии, а также способствует развитию коммуникативных способностей учащихся, развивает навыки взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, раскрывая их инженерный и творческий потенциал.

**Отличительные особенности программы.** Программа интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

**Педагогическая целесообразность** настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

**Адресат программы.** Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (12 – 18 лет).

**Объем и срок освоения программы.** Объем освоения программы 144 часа. Срок реализации программы - 1 год, с 01.09.2022 по 31.05.2023.

**Форма обучения** - очная.

**Состав группы** – постоянный.

**Особенности организации образовательного процесса.** Основной формой являются групповые занятия.

## 1.2 Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий

Общее количество часов в год	144 часа	Основание  СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству,
Частота занятий в неделю	2 раза	
Количество часов в неделю	4 часа	

Продолжительность одного занятия	2 часа	содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей"
Структура двухчасового занятия	45 мин. – рабочая часть 15 мин. – перерыв 45 мин. – рабочая часть	
Требования к занятиям с использованием ПЭВМ	<p>Занятия с использованием ПЭВМ рекомендуется проводить не чаще 2 раз в неделю общей продолжительностью:</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• для обучающихся в II-V классах не более 60 мин;</li> <li>• для обучающихся VI классах и старше - не более 90 мин.</li> <li>• не допускается одновременное использование одного ВДТ для двух и более детей независимо от их возраста;</li> <li>• при работе на ПЭВМ для профилактики развития утомления необходимо осуществлять комплекс профилактических мероприятий;</li> <li>• во время перемен следует проводить сквозное проветривание с обязательным выходом обучающихся из кабинета.</li> </ul> <p>Рекомендуемая непрерывная длительность работы, связанной с фиксацией взгляда непосредственно на экране ВДТ, на занятиях не должна превышать:</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• для обучающихся в I - IV классах - 15 мин;</li> <li>• для обучающихся в V - VII классах - 20 мин;</li> <li>• для обучающихся в VIII - IX классах - 25 мин;</li> <li>• для обучающихся в X - XI классах на первом часу учебных занятий 30 мин, на втором - 20 мин.</li> </ul>	«Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03»

## 1.2. Цель и задачи программы

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills<sup>2</sup>, развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

Задачи программы:

### ***образовательные задачи***

- научить основам радиоэлектроники и схемотехники;
- научить основам программирования микроконтроллеров;
- научить основам теории решения изобретательских задач;
- научить летной эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС);
- научить основам конструирования и моделирования БАС;
- научить основам проектной деятельности.

### ***развивающие задачи***

- содействовать развитию самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- содействовать развитию способности к самореализации и целеустремлённости;
- содействовать развитию технического мышления и творческого подхода к работе;
- содействовать развитию навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- содействовать развитию ассоциативной возможности мышления;

### ***воспитательные задачи***

- содействовать воспитанию у обучающихся навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений;
- содействовать формированию коммуникативной культуры, внимания, уважения к людям;
- содействовать воспитанию трудолюбия, развитию трудовых умений и навыков, расширению политехнического кругозора и умения планировать работу по реализации замысла, предвидения результата и его достижения;
- содействовать формированию способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

---

<sup>2</sup> «soft-skills» – теоретические знания и когнитивных приемы, «hard-skills» – умения «работать руками».

### 1.3. Содержание программы

#### Учебный план

#### Вводный модуль.

Разделы	Наименование темы	Объем часов			Форма контроля	Hi-tech
		Всего часов	В том числе			
			Теория	Практика		
1	2	3	4	5	6	7
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	16	8	8		
	1. Вводная лекция о содержании курса.	1	1	0		
	2. Принципы управления и строение мультикоптеров.	1	1	0		
	3. Основы техники безопасности полётов	1	1	0		
	4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.	1	1	0		
	5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	3	2	1	Практическая работа с зарядными устройствами.	
	6. Технология пайки. Техника безопасности.	2	1	0	Пайка проводов.	1
	7. Обучение пайке.	2	1	1		
	8. Полёты на симуляторе.	5	0	5	Полёты на симуляторе.	
Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	22	5	17	Практическая работа	
	1.Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	1	1	Сборка и настройка квадрокоптера	
	2.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2	1	1		
	3.Сборка рамы квадрокоптера.	4	0	4		
	4.Пайка ESC, BEC и силовой части.	3	2	1		3
	5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	1	0	1		
	7. Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1	0		
	8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	4	0	4	Учебные полёты	
	«удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1	0	1	Учебные полёты	
	9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	1	0	1	Учебные полёты	
Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования.	5	1	4	Практическая работа	

	1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	1	1	0	Установка видеооборудования.	
	2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	2	0	2		
	3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	2	0	2	Полёты «от первого лица».	
Блок 4.	Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.	10	6	4	Практическая работа	
	1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	5	3	2	Программирование контроллеров	
	2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	5	3	2		
Блок 5.	Работа в группах над инженерным проектом.	18	4	14	Практическая работа	
	1. Принципы создания инженерной проектной работы.	5	1	4	Самостоятельная	
	2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	5	1	4	подготовка групповых инженерных проектов.	
	3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	6	2	6		
	4. Подготовка презентации собственной проектной работы.	2	0	0	самостоятельно	
	<u>Итоговый контроль</u>	1	0	1	Защита проекта	
	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	1	0	1		
	Итого:	72	24	48	72	



### Углубленный модуль.

Разделы	Наименование темы	Объем часов			Форма контроля
		Всего часов	В том числе		
			Теория	Практика	
1	2	3	4	5	6
Блок 1.	Установка FPV – оборудования.	11	2	13	Практическая работа
	1. Настройка оборудования.	2	0	1	Установка видеооборудования.  Полёты «от первого лица».
	2. Установка и подключение.	4	0	4	
	3. радиоприёмника и видеооборудования.				
	4. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	5	2	8	
Блок 2.	Программирование. Использование Arduino.	28	12	20	Практическая работа
	1. Основы программирования и программирования на Arduino.	16	7	10	Программирование контроллеров.
	2. Применение платы Arduino.	12	5	10	
Блок 3.	Учебные полеты на БАС с фотокамерой	20	6	10	Практическая работа
	1. Основы аэросъемки.	5	2	2	Фотокамера. Применение аэросъемки.
	2. Применение фотокамеры для квадрокоптера.	5	2	2	
	3. Учебные полеты.	10	2	6	
Блок 4.	Работа в группах над инженерным проектом.	12	4	4	Практическая работа
	1. Принципы создания инженерной проектной работы.	5	2	2	Самостоятельная подготовка групповых инженерных проектов.
	2. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	5	2	2	
	3. Подготовка презентации собственной проектной работы.	2	0	0	
	<u>Итоговый контроль</u>	1	0	1	Защита проекта
	1. Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	1	0	1	
	Итого:	72	24	48	72

## Содержание учебного плана

### Вводный модуль.

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	2	3
<b>Блок 1.</b>	<p><b>Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вводная лекция о содержании курса.</li> <li>2. Принципы управления и строение мультикоптеров.</li> <li>3. Техника безопасности полётов</li> <li>4. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.</li> <li>5. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка /хранение)</li> <li>6. Технология пайки. Техника безопасности.</li> <li>7. Обучение пайке.</li> <li>8. Полёты на симуляторе.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем.</li> <li>2. Принципы управления мультироторными системами. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство.</li> <li>3. Техника безопасности при работе с мультироторными системами.</li> <li>4. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.</li> <li>5. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.</li> <li>6. Техника безопасности при пайке.</li> <li>7. Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем.</li> <li>8. Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.</li> </ol>
<b>Блок 2.</b>	<p><b>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.</li> <li>2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.</li> <li>3. Сборка рамы квадрокоптера.</li> <li>4. Пайка ESC, ВЕС и силовой части.</li> <li>5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления.</li> <li>6. Настройки полётного контроллера.</li> <li>7. Инструктаж по технике безопасности полетов.</li> <li>8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.</li> <li>9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка».</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.</li> <li>2-7. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.</li> <li>Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.</li> <li>8-9. Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».</li> <li>Разбор аварийных ситуаций.</li> </ol>
<b>Блок 3.</b>	<p><b>Настройка, установка FPV – оборудования.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.</li> <li>2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.</li> <li>3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.</li> <li>2. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы.</li> <li>3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</li> </ol>

<b>Блок 4.</b>	<b>Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.</b>  1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров  2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков. 2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»: основы программирования, написание простых
<b>Блок 5.</b>	<b>Работа в группах над инженерным проектом.</b> 1. Принципы создания инженерной проектной работы. 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования. 3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». 4. Подготовка презентации собственной проектной работы.	1. Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение. 3. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». 4. Подготовка и проведение презентации по проекту.

Углубленный модуль.

№ п/п	Наименование темы	Содержание обучения
1	2	3
<b>Блок 1.</b>	<p><b>Установка FPV – оборудования.</b></p> <p>1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.</p> <p>2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.</p> <p>3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.</p>	<p>1. Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.</p> <p>2. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы.</p> <p>3. Пилотирование с использованием FPV-</p>
<b>Блок 2.</b>	<p><b>Программирование. Использование Arduino.</b></p> <p>1. Основы программирования С++</p> <p>2. Практикум «Введение в программирование С++»</p> <p>3. Программирование на Arduino.</p>	<p>1. Основы программирования на С++. Начальный уровень программирования на текстовом языке.</p> <p>2. Устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков.</p> <p>3. Основы программирования на Arduino.</p>
<b>Блок 3.</b>	<p><b>Учебные полеты на БАС с фотокамерой</b></p> <p>1. Основы аэросъемки</p> <p>2. Практикум «Полеты на БАС с фотокамерой»</p>	<p>1. Основы аэросъемке. Правила и техника безопасности при выполнении полетов.</p> <p>2. Практикум «Полеты на БАС с фотокамерой»: основы полета, учебные полеты, съемка заданной местности.</p>
<b>Блок 4.</b>	<p><b>Работа в группах над инженерным проектом.</b></p> <p>1. Принципы создания инженерной проектной работы.</p> <p>2. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».</p> <p>3. Подготовка презентации собственной проектной работы.</p>	<p>1. Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.</p> <p>2. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система».</p> <p>3. Подготовка и проведение презентации по проекту.</p>

## 1.4. Планируемые результаты

### **Предметные результаты обучения:**

- приобретение обучающимися знаний в области радиоэлектроники и схемотехники;
- приобретение обучающимися знаний в области программирования микроконтроллеров;
- приобретение обучающимися знаний в области решения изобретательских задач;
- приобретение обучающимися знаний в области летной эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС);
- приобретение обучающимися знаний в области конструирования и моделирования БАС;
- приобретение обучающимися знаний в области проектной деятельности.

### **Личностные результаты обучения:**

- личностное и предпрофессиональное самоопределение через познавательную мотивацию к получению профессий, связанных с программированием;
- развитие самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
- развитие технического мышления и творческого подхода к работе;
- развитие навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- развитие ассоциативной возможности мышления;

### **Метапредметные результаты обучения:**

- умение определять последовательность выполнения действий, составлять инструкции (алгоритмы) в несколько действий;
- формирование универсальных учебных действий (познавательных, регулятивных, коммуникативных), обобщенных способов информационной деятельности при использовании информационных технологий;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей путем освоения и использования методов и приемов конструирования, моделирования, программирования в области аэродинамики;
- приобретение опыта программирования микроконтроллеров.

## 2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

### 2.1. Календарный учебный график

Календарный учебный модуль включает в себя период с 12 сентября по 31 мая, с 1-11 сентября – комплектование групп. Количество учебных недель – 36, количество учебных дней – 36. Занятия проводятся по утвержденному расписанию. Календарный учебный график занятий составляется ежегодно и является приложением к программе.

В период школьных каникул занятия проходят по расписанию в соответствии с содержанием программы.

В период летних каникул осуществляется работа с детьми лагеря дневного пребывания по программе лагеря с включением мастер-классов, выставок, конкурсов и др.

№ группы	Год обучения	Дата начала занятий	Дата окончания занятий	Кол-во учебных недель	Кол-во учебных дней по программе	Кол-во учебных часов по программе	Режим занятий
1	1	12.09. 2022	25.05.2023	36 недель	36	36	Занятия проходят по подгруппам 2 раза в неделю по 2 часу
3	1	12.09. 2022	25.05.2023	36 недель	36	36	Занятия проходят по подгруппам 2 раза в неделю по 2 часу
4	1	12.09. 2022	25.05.2023	36 недель	36	36	Занятия проходят по подгруппам 2 раза в неделю по 2 часу
5	1	13.09. 2022	26.05.2023	36 недель	36	36	Занятия проходят по подгруппам 2 раза в неделю по 2 часу
6	1	13.09. 2022	26.05.2023	36 недель	36	36	Занятия проходят по подгруппам 2 раза в неделю по 2 часу
7	1	14.09. 2022	26.05.2023	36 недель	36	36	Занятия проходят по подгруппам 2 раза в неделю по 2 часу

## 2.2. Условия реализации программы

Помещение кабинета должно удовлетворять требованиям Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов (СанПиН 2.4.4.3172-14) и оснащено типовым оборудованием, указанным в настоящих требованиях, в том числе специализированной учебной мебелью и средствами обучения, достаточными для выполнения требований к уровню подготовки обучающихся. Рабочее место должно быть оснащено достаточным освещением и быть ориентированным на проведение практических работ.

Помещение для запуска квадрокоптеров должно иметь достаточное пространство для выполнения практических работ.

Материально-техническое обеспечение программы:

№ п/п	Наименование	Количество
1	Образовательный конструктор квадрокоптера EDU.ARD Стандарт	3
2	Учебная летающая робототехническая система с CV камерой на базе EDU.ARD Мини V2	2
3	Набор БПЛА самолетного типа EDU.ARD WING	2
4	Модуль "АЭРО КУБ" 3х3х3м секционный, транспортировочные габариты 160х50см	1
5	Ресурсный набор EDU.ARD Мини / V2	2
6	Квадрокоптер DJI Tello EDU	6
7	Одноплатный компьютер NEB P60I7, монитор, мышь, клавиатура	2

## 2.3. Формы аттестации

### Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

### Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

## 2.4. Оценочные материалы

Система подготовки и оценки результатов освоения программы содержит группы показателей:

- теоретическая подготовка;
- практическая подготовка;
- оценка достижений.

Оценка достижений, обучающихся проводится по итогам защиты учебного проекта на основании заполненной экспертами карты качества проекта и представленного портфолио.

### Формы подведения итогов реализации программы

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческие задания (подготовка проектов и его презентация).

### *Перечень диагностических материалов*

Раздел программы	Методы контроля
Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Тестирование</li><li>– Полёт на симуляторе без ошибок пилотирования</li></ul>
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Тестирование</li><li>– Прохождение квалификационного трека.</li></ul>
Настройка, установка FPV – оборудования.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Выполнение полётов с FPV-оборудованием</li></ul>
Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Тестирование</li><li>– Прохождение квалификационного трека.</li></ul>
Работа в группах над инженерным проектом.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Защита проекта</li></ul>
Установка FPV – оборудования.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Выполнение полётов с FPV-оборудованием</li></ul>
Программирование. Использование Arduino.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Тестирование</li><li>– Прохождение квалификационного трека.</li></ul>
Учебные полеты на БАС с фотокамерой.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Показательные выступления с демонстрацией навыков пилотирования</li></ul>
Работа в группах над инженерным проектом.	<ul style="list-style-type: none"><li>– Защита проекта</li></ul>



## 2.5. Методические материалы

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная.

Занятия групп 1 год обучения проводятся 2 раза в неделю по 2 часа, т.е. 4 часа в неделю.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

На занятиях используются следующие педагогические методы и технологии: технологии модульного обучения, ТРИЗ, КТД, кейс-технологии, игровые технологии, индивидуально-ориентированные технологии.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;
- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
- метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – case, англ.), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

### Объем программы и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия всего, в том числе:	144
Лекции	48
Практические занятия, в т.ч.:	96
Лабораторные работы	72
Самостоятельная подготовка	8
Проектная работа	8
Виды текущего контроля успеваемости	8
Объем учебной программы	144

Форма проведения занятий «лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов) обучающихся, а именно:

- технология изобретательской разминки;
- противоречие как основа изобретения;
- идеальный конечный результат;
- алгоритм проектирования технической системы;
- командообразование;
- работа в команде;
- личная ответственность и тайм-менеджмент;
- проектная деятельность;
- продуктивное мышление;

- универсальная пирамида прогресса;
- планирование и постановка собственного эксперимента;

Форма проведения занятий «практические занятия» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. hard-skills (навыков и умений) обучающихся, а именно:

- работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи);
- работа с оборудованием hi-tech-цеха (пайка, лазерная резка);
- работа с программным обеспечением (настройка летного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);
- управление квадрокоптером.

Материально-техническое обеспечение см. в приложении 1.

Правила выбора проекта и примерные темы проектов см. в приложении 2.

Примеры кейсов см. в приложении 3.

### Методическое обеспечение программы

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	Лекция, дискуссия  практическое занятие	Беседа по теме занятия, индивидуальная работа с ПО	Записи в тетрадях, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, RC-пульт	Полёт на симуляторе без ошибок пилотирования
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, RC-пульт	Тестовые полёты на собственноручно собранном квадрокоптере
Настройка, установка FPV – оборудования	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, очки для FPV-полетов, FPV-модуль	Выполнение полётов с FPV-оборудованием
Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал ПО Arduino IDE	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер	Полет квадрокоптера в автономном режиме
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадях	Ноутбук, интерактивная доска	Защита проекта

## **Основные формы взаимодействия с родителями обучающихся**

### **1. Групповые формы:**

- Дни открытых дверей.
- Конференция.
- Родительское собрание.
- Мастер-классы.
- Совместная досуговая деятельность.

### **2. Индивидуальные формы:**

- Анкетирование, диагностика.
- Индивидуальная консультация (беседа).
- Просветительская работа.

## 2.6. Список используемой и рекомендуемой литературы

### Список нормативно-правовых документов

1. Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Закон Республики Башкортостан от 01.07.2013 N 696-з "Об образовании в Республике Башкортостан".
3. Приказ Минпросвещения России от 09.11.2018 N 196 (ред. от 05.09.2019) "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.11.2018 N 52831).
4. СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы организаций дополнительного образования детей» // Постановление Главного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41.
5. Концепция развития дополнительного образования детей // Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р.
6. Конвенция ООН «О правах ребенка». – М., 2010.

### Список научно-методической литературы

7. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 31.10.2016).
8. 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> (дата обращения 31.10.2016).
9. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 31.10.2016).
10. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf) (дата обращения 31.10.2016).
11. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
12. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 31.10.2016).
13. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337
14. Редакция Tom's Hardware Guide. 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)
15. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения 31.10.2016).
16. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
17. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: [http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11\\_public.pdf](http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf) (дата обращения 31.10.2016).
18. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)
19. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
20. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021
21. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQvA?t=1344>

Список литературы,  
рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы

22. Валерий Яценков: Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика;. <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298/>
23. Л. Шапиро, Дж. Стокман Компьютерное зрение / Бином. Лаборатория знаний, 2006, 752с, ISBN 5-94774-384-1, ISBN 0-13-030796-3
24. Лекции от «Коптер-экспресс»
25. <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>
26. <https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>
27. <http://alexgyver.ru/quadcopters/>

Список литературы,  
рекомендованной родителям в целях расширения диапазона образовательного воздействия и помощи  
родителям в обучении и воспитании ребенка

28. Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С. Соловейчика
29. [https://drive.google.com/open?id=0B\\_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM](https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM)