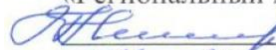




Автономное учреждение  
Ханты-Мансийского автономного  
округа – Югры  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ  
МОЛОДЕЖНЫЙ ЦЕНТР»

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела развития  
Детского технопарка «Кванториум»,  
г. Ханты-Мансийск,  
АУ ХМАО – Югры  
«Региональный молодежный центр»

 М. Н. Плесовских  
«07» 12 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор АУ ХМАО – Югры  
«Региональный молодежный центр»

А. Э. Шишкина



приказ от «07» 12 2020 г.

№ 10 - ХМ

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**  
**«Проектирование квадрокоптера на полетном контроллере Arducopter»**  
(проектный модуль)

(наименование дополнительной программы)

Возраст обучающихся: 10 – 16 лет

Срок реализации программы: 144 академических часа

Наполняемость групп: 6 - 10 человек

Тип программы: модифицированная

Автор-составитель:  
Худяков Никита Витальевич,  
педагог дополнительного образования  
отдела развития Детского технопарка  
«Кванториум», г. Ханты-Мансийск,  
АУ ХМАО – Югры «РМЦ»

2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

I. ЦЕЛЕВОЙ РАЗДЕЛ .....	4
1. Пояснительная записка .....	4
1.1. Нормативные правовые основы разработки программы.....	4
1.2. Направленность программы .....	4
1.3. Актуальность программы .....	4
1.4. Отличительные особенности программы .....	5
1.5. Новизна .....	5
1.6. Педагогическая целесообразность.....	5
1.7. Адресат программы.....	5
1.8. Срок освоения программы.....	5
1.9. Режим занятий .....	5
1.10. Формы обучения и виды занятий.....	6
1.11. Цель и задачи программы.....	6
2. Планируемые результаты освоения программы .....	7
2.1. Требования к планируемым результатам (предметные компетенции, метапредметные компетенции, личностные компетенции) .....	7
2.2. Виды и формы контроля .....	7
II. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ .....	8
1. Учебный план.....	8
2. Содержание учебно-тематического плана .....	8
3. Общее содержание программы .....	9
III. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ.....	10
1. Календарный учебный график (КУГ) .....	10
2. Система условий реализации программы .....	10
2.1. Кадровое обеспечение программы.....	10
2.2. Психолого-педагогические условия реализации программы.....	11
2.3. Материально-технические условия реализации программы.....	11
2.4. Учебно-методическое обеспечение программы. ....	12
2.5. Список литературы для педагога .....	12
2.6. Список литературы для обучающихся .....	13

## **I. ЦЕЛЕВОЙ РАЗДЕЛ**

### **1. Пояснительная записка**

#### **1.1. Нормативные правовые основы разработки программы**

Основанием для проектирования и реализации общеразвивающей программы **«Проектирование квадрокоптера на полетном контроллере Arducopter»** служит перечень следующих нормативных правовых актов и государственных программных документов:

Федеральный закон «от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Федеральный закон от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребёнка в РФ»;

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;

Постановления Главного государственного санитарного врача РФ 04.07.2014 № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологических требований к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;

Приказа Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 05.05.2018 года № 298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»;

Положение о структуре, порядке разработки и утверждения дополнительных общеразвивающих программ автономного учреждения ХМАО – Югры «Региональный молодежный центр» в новой редакции, утвержденное приказом АУ «Региональный молодежный центр» от 25.01.2017 № 5/2-о.

#### **1.2. Направленность программы**

Общеразвивающая программа дополнительного образования детей **«Проектирование квадрокоптера на полетном контроллере Arducopter»** (далее Программа) имеет техническую направленность. Предполагает дополнительное образование детей в области авиамоделирования и беспилотной авиации.

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами. Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей обучающихся.

Настоящая программа предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающихся, расширение их информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также приобретение и развитие навыков общения, навыков командной деятельности.

#### **1.3. Актуальность программы**

В Российской Федерации, как и во всем мире существует необходимость развития наукоемких технологий, создания высокотехнологичных производств, которая ставит перед дополнительным образованием задачи формирования технического мышления, воспитания будущих инженерных кадров, создания условий для исследовательской и проектной деятельности обучающихся, занятий научно-техническим творчеством, организации тематического отдыха и сетевого проектного взаимодействия. Новые задачи требуют существенной модернизации подхода как к содержанию дополнительного образования, так и к организации образовательной деятельности.

В настоящее время в мире существует тенденция в автоматизации и роботизации технологий во всех отраслях жизнедеятельности. Так же и в технологиях, связанных с управлением БПЛА есть необходимость в автономных полетах дронов, что бы

человеческий труд сводился к минимуму. Поэтому есть необходимость в привлечении и обучении новых кадров в этой области. Дети, проходящие обучение в дополнительном образовании, могут внести свой вклад в науку и технологии будущего.

#### **1.4. Отличительные особенности программы**

Данная образовательная программа формирует проектное и критическое мышление детей за счет способа решения конкретных проблем и задач.

В учебную программу входит: начальное инженерное проектирование, программирование микроконтроллеров и микропроцессоров. У обучающихся, осваивающих Программу, появится возможность спроектировать свой БПЛА, который может позволить технологиям двигаться дальше.

#### **1.5. Новизна**

Новизна подхода к реализации программы состоит в том, что навыки конструирования и пилотирования БПЛА обучающиеся приобретают благодаря не только теории, а в большей степени – практике. В результате практических занятий, на которых происходит планирование, сборка и тестирование, обучающиеся постигают законы физики, постигают основы радиоэлектроники и электромагнетизма, осуществляют сборку и настройку элементов квадрокоптера.

#### **1.6. Педагогическая целесообразность**

Предлагаемая в программе групповая форма обучения позволит обучающимся познакомиться с принципами командной работы и развить интерес к участию в конкурсах и соревнованиях.

При работе над практическими заданиями применяются различные уровни ограничений, кейсовый метод за счет которых обучающиеся учатся осуществлять поиск, критический анализ информации, применять системный подход для решения поставленных задач, отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок; формируют собственные мнения и суждения, аргументируют свои выводы и точки зрения; рассматривают и предлагают возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

Работа с кейс-заданиями даёт возможность применять полученные в теории знания на практике и регулярно (несколько раз в год) оценивать результаты работы обучающихся и наблюдать динамику усвоения новых знаний.

Образовательный процесс в объединении «Аэроквантум» при постоянном контакте с высокотехнологичным оборудованием позволит развить hard-компетенции, а групповая работа и знакомство с проектной деятельностью позволят развивать soft-компетенции.

#### **1.7. Адресат программы**

Программа предназначена для обучающихся 5 - 9 классов в возрасте от 10 до 16 лет. Зачисление обучающихся на обучение осуществляется на основе добровольности и свободного самоопределения.

#### **1.8. Срок освоения программы**

Нормативный срок освоения программы – 32 учебные недели.

Продолжительность обучения составляет 144 академических часа, из которых большая часть – практические занятия.

#### **1.9. Режим занятий**

Режим занятий обучающихся регламентируется календарным учебным графиком, расписанием занятий.

Единицей измерения учебного времени и основной формой организации образовательной деятельности в Детском технопарке «Кванториум» является учебное занятие.

Учебные занятия в объединении «Аэроквантум» проводятся в течение всего календарного года, включая каникулярное время.

Продолжительность учебных занятий составляет 2/2,5 академических часа (1 час 30 минут/2 часа астрономического времени соответственно; с учетом перерывов на отдых).

Для всех видов аудиторных учебных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Периодичность занятий - 2 раза в неделю.

### **1.10. Формы обучения и виды занятий**

Формы обучения: очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий; очно-заочная.

Виды занятий (в зависимости от целей занятия и его темы), включая учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля освоения программы:

- групповые;
- индивидуальные;
- конкурсные игровые занятия (строятся в виде соревнования для повышения активности обучающихся и их коммуникации между собой);
- комбинированные (для решения нескольких учебных задач);
- круглый стол - неформальное обсуждение выбранной тематики;
- мозговой штурм;
- ролевая игра - предложение стать на место персонажа и действовать от его имени в моделируемой ситуации;
- викторина;
- соревнования
- контрольные мероприятия (самостоятельная работа, зачет; презентация; демонстрация контрольного кейса; защита проекта).

### **1.11. Цель и задачи программы**

Цель: формирование у обучающихся устойчивых теоретических и практических навыков в области проектирования, конструирования и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

Задачи:

*образовательные:*

- углубить представление об основах электродинамики и аэродинамики;
- углубить представление об устройстве и принципе работы летательных аппаратов;
- сформировать общенаучные и технологические навыки проектирования, конструирования.

*развивающие:*

- развить интерес к техническим знаниям;
- стимулировать познавательную и творческую активность обучающихся посредством включения их в различные виды соревновательной деятельности;
- развить у обучающихся внимание, память, изобретательность, пространственное и критическое мышление;
- предоставить возможность поиска решения проблем творческого и поискового характера различными способами;
- развить координацию, мелкую моторику и ориентирование в пространстве.

*воспитательные:*

- воспитание личностных качеств: настойчивости, целеустремленности, самостоятельности, ответственности и работоспособности;
- формирование навыков межличностных отношений и навыков сотрудничества.

## **2. Планируемые результаты освоения программы**

### **2.1. Требования к планируемым результатам (предметные компетенции, метапредметные компетенции, личностные компетенции)**

*Предметные:*

- соблюдать технику безопасности;
- навыки командной работы, умение определять общие цели, распределять роли, договариваться, определять вклад каждого члена команды;
- иметь общие представления об основах электродинамике, аэродинамики и динамике полета;
- собирать и пилотировать квадрокоптер.

*Метапредметные:*

- проводить анализ учебного материала;
- определять и формулировать цель своей деятельности;
- работать по предложенному плану, инструкции;
- планировать свою деятельность;
- высказывать свое предположение на основе учебного материала;
- формировать собственное мнение и позицию;
- сотрудничать и оказывать взаимопомощь, доброжелательно и уважительно строить свое общение со сверстниками и взрослыми.

*Личностные:*

- устанавливать связь между целью учебной деятельности и мотивом, между целью деятельности и ее результатом;
- определять общие для всех правила поведения;
- воспитывать в себе качества личности, способствующие продуктивной работе в коллективе (сотрудничество, коммуникативность, умение самостоятельно и позитивно разрешать конфликты);
- воспитывать организационно-волевые качества личности для успешной деятельности, такие как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль.

### **2.2. Виды и формы контроля**

*Виды и формы контроля:*

- входной: предназначен для определения стартового уровня возможностей обучающихся в форме входного устного опроса на общие знания технических особенностей робота;
- текущий: контроль проводится на занятиях в виде наблюдения за успехами каждого обучающегося. Применяется система рейтингования, которая заключается в выставлении баллов: присутствие на занятии - 1 балл, отсутствие – 0 баллов; работа на занятии - от 0 до 3 баллов;
- промежуточный: предназначен для оценки уровня и качества освоения обучающимися программы, либо по итогам изучения раздела/темы, по окончании изучения каждого блока в виде тестирования или самостоятельной работы, либо в конце определенного периода обучения – полугодия;
- итоговый: осуществляется по завершению всего периода обучения по программе, в форме выполнения практических работ/ в виде тестирования теоретического материала; сборки квадрокоптера и его запуска.

*Формы проверки результатов:*

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

*Формы подведения итогов:*

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);
- практические работы по сборке и ремонту квадрокоптеров;
- творческое задание (подготовка проектов и его презентация).

## II. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 1. Учебный план

Разделы /Блоки	Наименование блоков	Общее количество во часов	В том числе		Формы аттестации/контроля
			теоретических	практических	
1	2	3	4	5	6
1	Особенности БПЛА. Закон.	9	9	-	Опрос
2	Электрическая и электромеханическая часть квадрокоптера.	18	13,5	4,5	Тестирование
3	Аэродинамические процессы.	15,5	11	4,5	Практическое задание
4	Элементы для безопасного полета квадрокоптера.	31,5	9	22,5	Практическое задание
5	Проектирование мультикоптера.	65,5	4,5	61	Практическое задание
6	Итоговая аттестация.	4,5	-	4,5	Тестирование и практическое задание
<b>ИТОГО</b>		<b>144</b>	<b>47</b>	<b>97</b>	

### 2. Содержание учебно-тематического плана

Раздел	Наименование разделы, темы	Объем часов		
		Всего часов	В том числе	
			теоретических	практических
1	2	3	4	5
<b>Блок 1</b>	<b>Особенности БПЛА. Закон.</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>-</b>
1	Техника безопасности.	2	2	-
2	Вертолет, самолет и мультикоптер.	2,5	2,5	-
3	Ограничения в использовании БПЛА.	2	2	-
4	Дополнительные модули на квадрокоптерах.	2,5	2,5	-
<b>Блок 2</b>	<b>Электрическая и электромеханическая часть квадрокоптера.</b>	<b>18</b>	<b>13,5</b>	<b>4,5</b>
1	Проводники, полупроводники и диэлектрики.	4,5	4,5	-
2	Процессы происходящие в бесколлекторных двигателях.	4,5	4,5	-
3	Аккумуляторные батареи.	9	4,5	4,5
<b>Блок 3</b>	<b>Аэродинамические процессы.</b>	<b>15,5</b>	<b>11</b>	<b>4,5</b>
1	Ускорение и инерция.	4,5	4,5	-
2	Физические свойства воздуха.	6,5	2	4,5
3	Изменение параметров воздуха с высотой.	4,5	4,5	-
<b>Блок 4</b>	<b>Элементы для безопасного полета квадрокоптера.</b>	<b>31,5</b>	<b>9</b>	<b>22,5</b>



1	Датчики.	13,5	4,5	9
2	Эксплуатация АКБ.	4,5	-	4,5
3	Передача сигнала.	13,5	4,5	9
<b>Блок 5</b>	<b>Проектирование мультикоптера.</b>	<b>65,5</b>	<b>4,5</b>	<b>61</b>
1	Программирование на Arduino.	18	4,5	13,5
2	Создаем модель своего мультикоптера.	13,5	-	13,5
3	Автономные полеты.	13,5	-	13,5
4	Искусство виртуального пилотирования.	9	-	9
5	Настоящее искусство пилотирования.	11,5	-	11,5
Итоговая аттестация				
Тестирование по устройству квадрокоптера. Сборка квадрокоптера и запуск от 1-го лица.		4,5	-	4,5
<b>Итого</b>		<b>144</b>	<b>47</b>	<b>97</b>

### 3. Общее содержание программы

#### **Блок 1. Особенности БПЛА. Закон.**

##### **Тема 1. Техника безопасности.**

Теория (2 ч.). Техника безопасности поведения в аэроквантуме (ТБ в учебной аудитории). ТБ при работе с вращающимися частями. ТБ при работе с паяльниками.

##### **Тема 2. Вертолет, самолет и мультикоптер.**

Теория (2,5 ч.). Отличие в конструкции БПЛА. Самолетного, вертолетного и мультикоптерного типа. Военный, медицинский, пожарный, спасательный, гражданский и тд.

##### **Тема 3. Ограничения в использовании БПЛА.**

Теория (2 ч.). Закон об использовании БПЛА в РФ. Когда, где и как можно запускать БПЛА.

##### **Тема 4. Дополнительные модули на квадрокоптерах.**

Теория (2,5 ч.). Когда нужно использовать FPV оборудование, роботизированный манипулятор, распыскиватели, различного рода датчики и тд.

#### **Блок 2. Электрическая и электромеханическая часть квадрокоптера.**

##### **Тема 1. Проводники, полупроводники и диэлектрики.**

Теория (4,5 ч.). Электрические материалы. Диоды, транзисторы, тиристоры и тд, изолирующие материалы.

##### **Тема 2. Процессы происходящие в бесколлекторных двигателях.**

Теория 4,5 ч.). Магнитное и электромагнитное поле. Индуктивность, емкость и сопротивление. Магнитный поток. Индукция и самоиндукция. Процессы, происходящие в обмотке статора.

##### **Тема 3. Аккумуляторные батареи.**

Теория (4,5 ч.). Виды аккумуляторных батарей. Назначение. Отличие. Особенности.

Практика (4,5 ч.). Схемы соединения аккумуляторных батарей.

#### **Блок 3. Аэродинамические процессы.**

##### **Тема 1. Ускорение и инерция.**

Теория (2 ч.). Ускорение и инерция в аэродинамике.

##### **Тема 2. Физические свойства воздуха.**

Теория (2,5 ч.). Физические свойства воздуха и процессы в газах.

Практика (4,5 ч.). Сопротивление воздуха, давление, температура, плотность, влажность.

##### **Тема 3. Изменение параметров воздуха с высотой.**

Теория (4,5 ч.). Влияние высоты на полет квадрокоптера. Уравнение Бернулли.

#### **Блок 4. Элементы для безопасного полета квадрокоптера.**

##### **Тема 1. Датчики.**

Теория (4,5 ч.). Виды датчиков. Назначение. Применение и их свойства.

Практика (9 ч.). Датчики полетного контроллера, барометр, акселерометр, гироскоп, датчики фоторезистора. Ультразвуковые датчики расстояния.

##### **Тема 2. Эксплуатация АКБ.**

Практика (4,5 ч.). Как заряжать АКБ. Зарядные устройства. Меры предосторожности.

##### **Тема 3. Передача сигнала.**

Теория (4,5 ч.). Протоколы передачи сигнала.

Практика (9 ч.). Порты ввода и вывода. ШИМ модуляция.

#### **Блок 5. Проектирование мультикоптера.**

##### **Тема 1. Программирование на Arduino.**

Теория (4,5 ч.). Как работать с полетным контроллером Arducopter.

Практика (13,5 ч.). Написание программы на Arduino.

##### **Тема 2. Создаем модель своего мультикоптера.**

Практика (13,5 ч.). Дети должны будут придумать модель своего собственного мультикоптера и создать его 3D-модель.

##### **Тема 3. Автономные полеты.**

Практика (13,5 ч.). На основе написанной программы производится автономный запуск квадрокоптера.

##### **Тема 4. Искусство виртуального пилотирования.**

Практика (9 ч.). Полет на симуляторе и выполнение сложных трюков на квадрокоптере.

##### **Тема 5. Настоящее искусство пилотирования.**

Практика (11,5 ч.). Оттачивание навыков полета. Выполнение сложных летательных маневров и трюков на настоящем квадрокоптере.

**Итоговая аттестация – 4,5 ч.**

### **III. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ**

#### **1. Календарный учебный график (КУГ)**

Режим работы группы № 1 (проектный модуль)	
Продолжительность учебного года	Начало учебного года - январь 2021 года. Окончание учебного – декабрь 2021 года
Период реализации программы	Начало освоения программы: январь 2021 года Окончание освоение программы: декабрь 2021 года
Количество недель в учебном году	32 учебные недели
Продолжительность учебной недели	5 дней (среда-воскресенье) 4.5 часа
Сроки проведения каникул	
Промежуточная аттестация обучающихся	По завершении каждого блока
Итоговая аттестация	декабрь 2021 года

#### **2. Система условий реализации программы**

##### **2.1. Кадровое обеспечение программы**

Педагог дополнительного образования, реализующий настоящую программу, должен соответствовать профессиональному стандарту «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. № 298н.

Требования к образованию:

высшее образование или среднее профессиональное образование в рамках укрупненных групп направлений подготовки высшего образования и специальностей среднего профессионального образования «Образование и педагогические науки» **или** высшее образование либо среднее профессиональное образование в рамках иного направления подготовки высшего образования и специальностей среднего профессионального образования при условии его соответствия дополнительным общеразвивающим программам, реализуемым организацией, осуществляющей образовательную деятельность, и получение при необходимости после трудоустройства дополнительного профессионального образования по направлению подготовки «Образование и педагогические науки».

### **2.2. Психолого-педагогические условия реализации программы**

Для успешной реализации Программы должны быть обеспечены следующие психолого-педагогические условия, которые гарантируют охрану и укрепление физического и психического здоровья детей, обеспечивают их эмоциональное благополучие:

уважительное отношение взрослых к человеческому достоинству детей, формирование и поддержка их положительной самооценки, уверенности в собственных возможностях и способностях;

использование в образовательной деятельности форм и методов работы с детьми, соответствующих их возрастным и индивидуальным особенностям (недопустимо как искусственное ускорение, так и искусственное замедление развития детей);

построение образовательной деятельности на основе взаимодействия взрослых с детьми, ориентированного на интересы и возможности каждого ребенка и учитывающего социальную ситуацию его развития;

поддержка взрослыми положительного, доброжелательного отношения детей друг к другу и взаимодействия детей друг с другом в разных видах деятельности;

поддержка инициативы и самостоятельности детей в специфических для них видах деятельности;

возможность выбора детьми материалов, видов активности, участников совместной деятельности и общения;

защита детей от всех форм физического и психического насилия;

поддержка родителей (законных представителей) в воспитании детей. охране и укреплении их здоровья, вовлечение семей непосредственно в образовательную деятельность.

### **2.3. Материально-технические условия реализации программы**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебного кабинета
1	2	3
Учебная аудитория для проведения практических занятий (Аэроквантум).	Учебная аудитория для проведения практических занятий, оснащенная мебелью посадочных мест по количеству обучающихся. Оборудование: - персональный компьютер с системным, офисным ПО – количество комплектов в зависимости от количества обучающихся.	628007 г. Ханты-Мансийск, улица Промышленная, д. 19, кабинет 212, «Аэроквантум».

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- телевизор Samsung UE55J6500AU – 1 шт.</li> <li>- Комплект для сборки квадрокоптера DJI F450 ARF KIT + Naza-M Lite + GPS Combo – 5 шт.</li> <li>- чемодан с инструментом – 2 шт.</li> <li>- 3D-принтер Wanhao Duplicator i3 Plus – 1 шт.</li> <li>- паяльная станция – 2 шт.</li> <li>- пульт управления Flysky fs-i6 – 18 шт.</li> <li>- пульт управления Flysky fs-i6 – 9 шт.</li> <li>- FPV-очки Eachine ev800 – 18 шт.</li> <li>- Видеоочки FatShark Predator V2 – 6 шт.</li> <li>Зарядное устройство B6 max – 10 шт.</li> </ul>	
--	--	--

#### 2.4. Учебно-методическое обеспечение программы.

1. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/227425/> (дата обращения 26.08.2020)

2. Крищенко А. П., Канатников А. Н., Ткачев С. Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 10.03.2012)

3. Компания ООО «Байт», 2017. Твой ручной дроид Жужа 2.0.

4. Кочегаров А.В., Петров А.В., Плаксицкий А.Б., Конорев Д.В. Актуальность применения беспилотных летательных аппаратов для мониторинга, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. №1 (7). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-primeneniya-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov-dlya-monitoringa-preduprezhdeniya-i-likvidatsii-chrezvychaynyh-situatsiy> (дата обращения: 23.12.2020).

5. Beji, L., Abichou, A. Trajectory and Tracking of a Mini-Rotorcraft // Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2005. P.2618-2623. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1570508>

6. V. Mistier, A. Benallegue and N. K. M'Sirdi, "Exact linearization and noninteracting control of a 4 rotors helicopter via dynamic feedback," Proceedings of IEEE Intrnational Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2001, pp. 586593. Режим доступа: <http://nkms.free.fr/.NkMs/.ArticlesThesesPdf/HelicoRoman2001Mistler.pdf>

#### 2.5. Список литературы для педагога

1. Василин, Н. Я. Беспилотные летательные аппараты. М.: Попурри, 2012. -272 с.

2. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника / М.В. Гальперин. - М.: Форум, Инфра-М, 2016. - 480 с.

3. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 No8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>(дата обращения 31.10.2016).

4. Мхитарян, А. М. Аэродинамика / А.М. Мхитарян. - М.: ЭКОЛИТ, 2012. - 448 с.

5. Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». Москва, 2016.

6. Прошин, В. М. Сборник задач по электротехнике. Учебное пособие / В.М. Прошин, Г.В. Ярочкина. - М.: Academia, 2015. - 128 с.

7. Яценков В.С. Твой первый квадрокоптер, Теория и практика. Издательство: БХВ- Петербург, 2016. - 256 с.

#### **2.6. Список литературы для обучающихся**

1. Стасенко, А. Л. Физика полета / А. Л. Стасенко. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 144 с.

2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.

3. Даль, Э.Н. Электроника для детей. Собираем простые схемы, экспериментируем с электричеством / Э. Н. Даль. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 288с.

#### **Интернет-ресурсы:**

4. Лекции от «Коптер-экспресс»: <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>;  
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>;

5. Портал, посвященный квадрокоптерам: <http://alexgyver.ru/quadcopters/>