Оглавление

Пояснительная записка 3

Структура программы 10

Содержание программы 15

Методическое обеспечение 19

Список рекомендуемой литературы 20

# Приложение 1. Материально-техническое обеспечение 23

# Приложение 2. Правила выбора темы проекта.

# Примерные темы проектов. 25

# Приложение 3. Пример кейса Аэросъемка. «Для чего

# на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?» 27

**Пояснительная записка**

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[[1]](#footnote-1) 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.

Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет научно-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. Программа отвечает потребностям общества, формированию творческих способностей и развитию личности. Этими факторами определяется *выбор уровня и направленности программы*.

Программа разработана в соответствии с Письмом Минобрнауки РФ от 11.12.2006 г. № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей», Федеральным законом Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ, Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (приказ Минобрнауки от 29.08.2013г. № 1008) и отвечает требованиям «Концепции развития дополнительного образования» от 4 сентября 2014 года (Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 N 1726-р).

*Актуальность* программы обусловлена социальным заказом общества на технически грамотных специалистов в области беспилотных систем и воздушной робототехники. 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 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.

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

*Педагогическая целесообразность* настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получат 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.

Настоящая программа соответствует общекультурному 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.

**Целью** программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills[[2]](#footnote-2) по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

# Основные задачи программы

***образовательные задачи***

* сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
* развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
* сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

***развивающие задачи***

* поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
* развить способность к самореализации и целеустремлённости;
* сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
* развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
* расширить ассоциативные возможности мышления;

***воспитательные задачи***

* сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
* воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
* сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности;

**Отличительные особенности программы**

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.

***Адресат программы:*** программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (10 – 18 лет). Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период происходит главное в развитии мышления – овладение подростком процессом образования понятий, который ведет к высшей форме интеллектуальной деятельности, новым способам поведения. Функция образования понятий лежит в основе всех интеллектуальных изменений в этом возрасте.

Для возраста 10 – 18 лет характерно господство детского сообщества над взрослым. Здесь складывается новая социальная ситуация развития.

Идеальная форма – то, что ребенок осваивает в этом возрасте, с чем он реально взаимодействует, – это область моральных норм, на основе которых строятся социальные взаимоотношения. Общение со своими сверстниками – ведущий тип деятельности в этом возрасте. Именно здесь осваиваются нормы социального поведения, нормы морали.

***Наполняемость групп:*** 12 человек;

***Предполагаемый состав групп:*** дети возраста 10 – 18 лет, группа формируется в зависимости от начальных знаний и возраста детей.

***Условия приема:*** принимаются все желающие, не имеющие медицинских противопоказаний.

***Сроки реализации программы:*** Программа рассчитана на 72 академических часа.

# 

# Формы и режим занятий

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

Занятия групп 1 года обучения проводятся 1 раз в неделю по 2 часа.

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

При проведении занятий используются следующие ***формы работы***:

* + - * Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомится 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 внутриквантумные и межквантумные, 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.

## 

## Ожидаемые результаты и способы определения их результативности

***Ожидаемый результат по образовательному компоненту программы:***

* приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС;
* занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки;
* сформированность навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

***Ожидаемый результат по развивающему компоненту программы:***

* сформированность у обучающихся самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
* развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
* сформированность у обучающихся технического мышления и творческого подхода к работе;
* развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности у обучающихся;
* развитые ассоциативные возможности мышления у обучающихся.

***Ожидаемый результат по воспитательному компоненту программы***

* сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;
* развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;
* сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
* сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности;

# Способы определения результативности:

***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.

# Формы подведения итогов реализации программы

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

## Структура программы

# Распределение часов по учебному плану

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год обучения | Возраст | Кол-во недель | Объем учебной программы | | | | | Вид контроля | |
| Всего | Лекции | Практика  В т.ч. | | | Итоговая контрольная работа | Проектная работа. Защита |
| практические занятия | лабораторные работы | промежуточный контроль знаний |
| 1 | 10 – 18 | 36 | 72 | 23 | 49 | 12 | 3 | 1 | 12 |

Данная образовательная программа является **вводным модулем** и изучается в течение первого учебного года (36 недель, 2 часа в неделю). Обучающиеся выполняют 49 практических занятий, проводятся две контрольных работы во время аудиторных занятий. По окончании курса происходит защита проектной работы. Вводный модуль настоящей программы аналогичен для возрастов 10-18, различаясь только соотношением практических и теоретических занятий; чем старше обучающиеся, тем больше начинает практическая часть преобладать над теоретической. Это связано с тем, что способность к самообучению с возрастом прямо пропорционально возрастает, поэтому все больше теоретического материала в программах для возрастов 14-18 будет предлагаться для самостоятельного изучения.

# Объем программы и виды учебной работы

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** |
| Аудиторные занятия всего, в том числе: | 72 |
| Лекции | 23 |
| Практические занятия, в т.ч.: | 49 |
| Лабораторные работы | 12 |
| Самостоятельная подготовка | 6 |
| Проектная работа | 12 |
| Виды текущего контроля успеваемости | 1 |
| Объем учебной программы | 72 |

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

* технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
* противоречие как основа изобретения;
* идеальный конечный результат;
* алгоритм проектирования технической системы;
* командообразование;
* работа в команде;
* личная ответственность и тайм-менеджмент;
* проектная деятельность;
* продуктовое 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.

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Разделы** | **Наименование темы** | **Объем часов** | | **Форма контроля** | | **Hi-tech цех** |
| **Всего часов** | **В том числе** |
| **Теория** | **Практика** |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| **Блок 1.** | **Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.** | **15** | **7** | **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. Практическое занятия с литий полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение) | 2 | 1 | 1 | Практическая работа с зарядными устройствами. |  |
| 5. Технология пайки. Техника безопасности. Обучение пайке. | 2 | 1 | 1 | Пайка проводов. | 1 |
| 6. Виртуальное обучение пилотированию. Полёты на симуляторе. | 5 | 0 | 5 | Полёты на симуляторе. |  |
| 7. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. | 3 | 2 | 1 | Практическая работа |  |
| Блок 2. | Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты. | 33 | 4 | 24 | Практическая работа |  |
| 1.Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки | 7 | 1 | 6 | Учебные полёты |  |
| 2. Сборка рамы квадрокоптера. Установка силовой части. Пайка ESC, BEC и силовой части. | 4 | 0 | 4 |  | 3 |
| 3. Установка полетного контроллера и доп.оборудования. | 2 | 0 | 2 |  |  |
| 4. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. | 5 | 2 | 3 | Сборка и настройка квадрокоптера |  |
| 5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления | 3 | 1 | 2 |  |  |
| 6.  Инструктаж по технике безопасности полетов. | 1 | 1 |  |  |  |
| 7. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», | 1 |  | 1 | Учебные полёты |
| 8.   Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций. | 4 | 0 | 4 | Учебные полёты |
| 9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». | 6 | 0 | 6 | Учебные полёты |
| Блок 3. | Настройка, установка FPV – оборудования. | 11 | 1 | 10 | 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. | 8 | 0 | 8 | Полёты «от первого лица». |  |
| Блок 4. | Работа в группах над инженерным проектом. | 12 | 7 | 5 | Практическая работа |  |
| 1. Принципы создания проектной работы. | 2 | 2 | 0 | Самостоятельная  подготовка групповых инженерных проектов. |  |
| 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования. | 3 | 1 | 2 |  |
| 3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». | 6 | 3 | 3 |  |
| 4. Подготовка презентации собственной проектной работы. | 1 | 1 | 0 | самостоятельно |  |
|  | Итоговый контроль | 1 | 0 | 1 | Защита проекта |
| Презентация и защита группой собственного инженерного проекта | 1 | 0 | 1 |  |
|  | Итого: | 72 | 23 | 49 | 72 |

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1 год обучения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование темы** | **Содержание темы** |
| **1** | **2** | **3** |
| **Блок 1.** | **Теория мультироторных систем.**  **Основы управления. Полёты на симуляторе.**   1. Вводная лекция о содержании курса. 2. Принципы управления и строение мультикоптеров. 3. Техника безопасности полётов 4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы. 5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение) 6. Технология пайки. Техника безопасности. 7. Обучение пайке. 8. Полёты на симуляторе. 9. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. 10. Пайка ESC, BEC и силовой части. 11. Сборка рамы квадрокоптера. | Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами.  Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство.  Техника безопасности при работе с мультироторными системами.  Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.  Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.  Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем.  Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.  Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.  Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания. |
| **Блок 2.** | **Сборка и настройка квадрокоптера.**  **Учебные полёты.**   1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. 2. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления. 3. Настройки полётного контроллера. 4. Инструктаж по технике безопасности полетов. 5. Первые учебные полёты:   «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад»,  «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.  9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», | Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.  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».  Разбор аварийных ситуаций. |
| **Блок 3.** | **Настройка, установка FPV – оборудования.**   1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования. 3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования. | Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.  Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV- оборудования. |
| **Блок 4.** | **Работа в группах над инженерным проектом.**   1. Принципы создания инженерной проектной работы. 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования. 3. Работа в группах над инженерным проектом   «Беспилотная авиационная система».   1. Подготовка презентации собственной проектной работы. | Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.  Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.  Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система».  Подготовка и проведение презентации по проекту. |

## 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 |
| **Работа в группах над инженерным проектом.** | Метод задач, метод кейсов, работа в группах | Работа в группах | Записи в тетрадях | Ноутбук, интерактивная доска | Защита проекта |

**Список литературы, рекомендованный педагогам для освоения данного вида деятельности**

|  |  |
| --- | --- |
| **Основная** | |
| 1 | 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). |
| 2 | Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения 31.10.2016). |
| 3 | Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 31.10.2016). |
| 4 | Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: <http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf> (дата обращения 31.10.2016). |
| 5 | Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траекории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. |
| 7 | Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 2018. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2015. 337 |
| 6 | 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). |
| **Дополнительная** | |
| 8 | 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_%20multicopterov/print.html) (дата обращения 31.10.2016). |
| 9 | 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). |
| 10 | 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, 2016. Pp. 3255-3260. |
| 11 | Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2018. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2017. P. 26. Режим доступа: <http://sal.aalto.fi/publications/pdf-> files/eluu11\_public.pdf (дата обращения 31.10.2016). |
| 12 | LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа:  <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15) |
| 13 | Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 2014. P. 474. |
| 14 | 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 |
| 15 | Лекции от «Коптер-экспресс» https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344 |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>  <https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>  <http://alexgyver.ru/quadcopters/> |

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

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика  https://drive.google.com/open?id=0B\_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM |

# Приложение 1.

# Материально-техническое обеспечение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Назначение/краткое описание функционала оборудования** |
| **1** | **Учебное (обязательное) оборудование** | |
| 1.1 | Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы) | Набор для сборки квадрокоптера |
| 1.2 | Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.) | Комплект для полетов от первого лица |
| 1.3 | Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО) | Комплект для программирования коптера |
| 1.4 | Квадрокоптер | Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования |
| 1.5 | Квадрокоптер с фотокамерой на гиростабилизированном подвесе | Коптер для обучение аэросъёмке, настройке и обслуживанию БАС |
| 1.6 | Конвертоплан | Конвертоплан для обучения настройке, обслуживанию и эксплуатации БАС перспективных типов |
| 1.7 | Фотокамера | Фотокамера для установки на конвертоплан |
| 1.8 | Учебная БАС самолетного типа | БАС для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов |
| 1.9 | Квадрокоптер c 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов | Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъёмки |
| 1.10 | 3D-принтер | Знакомство с принципами 3D- печати |
| **2** | **Компьютерное оборуование** | |
| 2.1 | Ноутбук | Работа с ПО БПЛА |
| 2.2 | Мышь | Работа с ПК и/или ноутбуком |
| 2.3 | Тележка для зарядки и хранения ноутбуков | Тумба для хранения и зарядки ноутбуков |
| 2.4 | МФУ | Многофункциональное устройство |
| 2.5 | Сетевой удлинитель | Сетевой удлинитель |
| **3** | **Презентационное оборудование** | |
| 3.1 | Проектор | подача информационного материала |
| 3.2 | Экран проектора | Отображение изображения проетора |
| **4** | **Расходные материалы и запасные части** | |
| **5** | **Мебель** |  |
| 5.1 | Комплект мебели | Размещение учеников в учебном кабинете |
| 5.2 | Светильник настольный галогеновый | Освещение |
| 5.3 | Корзины для мусора | Сбор мусора и прочих непищевых отходов |

# Приложение 2.

# Правила выбора темы проекта

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

**Правило 1.** Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

**Правило 2.** Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

**Правило 3.** Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать, как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

**Правило 4.** Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограниченна.

**Правило 5.** Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

**Правило 6.** Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

**Правило 7.** С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

**Примерные темы проектов:**

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Проектирование квадрокоптера-траспортировщика.
7. Автономный полет по заданной траектории.
8. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
9. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.
10. Применение коптеров в народном хозяйстве и промышленности.
11. Использование БАС в мирных целях.

# Приложение 3.

# Пример кейса

**Аэросъемка «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»**

***Описание реальной ситуации (кейса)***

Мы работаем в администрации технопарка и нам необходимо набрать красочные и интересные материалы для сайта, чтобы привлечь больше клиентов и компаний. Также многие резиденты технопарка жалуются, что, учитывая большую территорию технопарка, они до сих пор не знают, как он выглядит целиком, отсутствует навигация по территории технопарка. В дополнение необходимо определить точную площадь территории технопарка.

***Общие вопросы***

* Что такое БПЛА?
* Как устроен и работает БПЛА?
* Какие данные он позволяет получить?
* Чем аэросъёмка с БПЛА отличается от космической съемки?

***Термины:***

* Аэросъемка
* Носители и полезная нагрузка
* Классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
* Высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
* Фотомозаика
* Ортофотоплан

***Материалы:***

* Компьютер
* Интернет
* Архивные материалы аэросъемки
* ПО для обработки данных Аэросъемки (Agisoft Photoscan)
* Квадрокоптер
* Фотоаппарат
* Штатив
* Google Maps
* Квадрокоптер с устройством аэрофотосъемки

1. По информации PowerwaterhouseCoopers [↑](#footnote-ref-1)
2. «soft-skills» – теоретические знания и когнитивных приемы, «hard-skills» – умения «работать руками». [↑](#footnote-ref-2)