|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **«Рассмотрено»**  на заседании ШМО Протокол № От « » 2020 г.  Руководитель МО / | **«Согласовано»**  Заместителем Директора по УВР  /  « » 2020 г. | **«Утверждаю»** Директор / Приказ № От « » 2020г. |

Министерство образования и науки Республики Саха (Якутия) Государственное автономное нетиповое общеобразовательное учреждение

«Международная Арктическая школа» Республики Саха (Якутия)

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Предмета **«Квадрокоптеры»** для 7-8 и 10 классов на 2020 – 2021 учебный год срок реализации 1 год (3 часа в неделю).

Учитель: Бехтюев Владимир Алексеевич

**2020-2021 учебный год**

# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа разработана в соответствии с Федеральным законом от 29.12.12 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 29 августа 2013 г. № 1008 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»; Концепцией развития дополнительного образования детей в Российской Федерации, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 4.09.2014 г. № 1726-р; санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами 2.4.4.3172-14

«Требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 04.07.2014 г. № 41); Государственной программой РФ «Развитие образования на 2013-2020 годы, утвержденной постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 295; Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденным распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 года № 2227-р; Федеральной целевой программой развития образования на 2016-2020 годы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 23.05.2015 года № 497;

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 США1 и продолжает активно развиваться. БПЛА становятся неотъемлемой частью повседневной жизни: по всему миру БПЛА используются не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появляются 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).

1 По информации PowerwaterhouseCoopers

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

# Уровень освоения программы

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.

# Актуальность

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 разно уровневыми 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.

**Арктический компонент** данной программы заключается в том, что после сборки и настройки квадрокоптера обучающиеся будут работать с кейсами, которые направлены для изучения и решения проблем использования беспилотников в условиях Арктики.

**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 прикладных теоретических знаний у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них

практических навыков (работа в мастерской и хайтек цехе) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

# Цели и задачи программы

**Целью** программы является формирование у обучающихся устойчивых теоретических и практических навыков в области проектирования, конструирования и эксплуатации беспилотных авиационных систем посредством кейсовой системы обучения и проектно-исследовательской деятельности учащихся.

# Задачи:

## Обучающие задачи:

* формировать у обучающихся знания, умения и навыки в области аэродинамики, моделирования и конструирования БПЛА;
* обучить технологическим навыкам конструирования;
* обучить основам радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров

## Развивающие задачи:

* развивать навыки самостоятельной работы в учебно-познавательной деятельности;
* развивать техническое мышление и творческий подход к работе;
* развивать навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности.

## Воспитательные задачи:

* формировать умение продуктивно работать в команде;
* формировать умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его;
* воспитывать организационно-волевые качества личности для успешной деятельности, такие как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль.

# Ожидаемые результаты

В результате освоения программы, обучающиеся должны **знать**:

* основы аэродинамики
* технологию и навыки конструирования;
* основы радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров.

# Уметь:

* моделировать и конструировать БАС;
* самостоятельно работать в учебно-познавательной деятельности;
* техническое мыслить;
* вести научно-исследовательскую, инженерно-конструкторскую и проектную деятельность;
* продуктивно работать в команде;
* планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его;
* выполнять задачи усидчиво, настойчиво, с терпением и самоконтролем.

# Особенности организации образовательного процесса

Программа рассчитана на 105 академических часов. Занятия групп проводятся 3 раза в неделю по 1 часу, т.е. 3 часа в неделю.

**Возраст детей** – 12-15 лет, группа формируется в зависимости от начальных знаний и возраста детей. При изложении материала учитываются личностные и возрастные особенности обучающихся, один и тот же материал по-разному преподаётся, в зависимости от их возраста и субъективного опыта.

# Возрастные особенности обучающихся

- Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период основной психологической характеристикой старшего школьного возраста является направленность в будущее. Это касается различных сторон психической жизни. Старший школьник стоит на пороге социальной взрослости. У него появляются конкретные жизненные планы, соответствующие им мотивы. Более реальным становятся представления о требованиях общества к личности. Для школьника становится более весомым мнение взрослых, в том числе и учителей, но растут и требования к личности, профессиональным знаниям и умениям учителя. Поведение старшего школьника все больше становится целенаправленно- организованным, сознательным, волевым. Все большую роль играют сознательно выработанные или усвоенные критерии, нормы и своего рода жизненные принципы. Появляются элементы мировоззрения, возникает устойчивая система ценностей. Учебная деятельность становится учебно-профессиональной, реализующей профессиональные и личностные устремления юношей и девушек. Ведущее место у старшеклассников занимают мотивы, связанные с самоопределением и подготовкой к самостоятельной жизни, с дальнейшим образованием и самообразованием. Эти мотивы приобретают личностный смысл и становятся значимыми.

**Наполняемость групп:** максимум 12 человек.

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

# 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
  + направленность на развитие системного мышления;
  + рефлексия.

# Формы и режим занятий

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

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;
* 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 методакомандообразования.

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 полетного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);
  + управление квадрокоптером.

# УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Раздел** | **Количество часов** | | |
| **Теория** | **Практика** | **Всего** |
| **1** | **Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)** |  |  |  |
| 1.1 | Вводная лекция о содержании курса. | 1 | 0 | 1 |
| 1.2 | Устройство и принцип работы универсальной системы радиоуправления | 1 | 2 | 3 |
| 1.3 | Принципы управления и строение мультикоптеров. | 5 | 0 | 5 |
| 1.4 | Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета | 3 | 0 | 3 |
| 1.5 | Основы техники безопасности полётов | 1 | 0 | 1 |
| 1.5 | Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы. | 1 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.6 | Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение) | 1 | 1 | 2 |
| 1.7 | Технология пайки. Техника безопасности. | 0 | 1 | 1 |
| 1.8 | Обучение пайке. | 2 | 0 | 2 |
| 1.9 | Визуальные полёты на симуляторе. | 5 | 0 | 5 |
| **2** | **Сборка и настройка квадрокоптера** |  |  |  |
| 2.1 | Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. | 2 | 0 | 2 |
| 2.2 | Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. | 2 | 0 | 2 |
| 2.3 | Сборка рамы квадрокоптера. | 0 | 2 | 2 |
| 2.4 | Пайка ESC(электронного регулятора скорости), BEC(преобразователя питания) и силовой части. | 0 | 3 | 3 |
| 2.5 | Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления | 0 | 4 | 4 |
| 2.6 | Инструктаж по технике безопасности полетов. | 1 | 0 | 1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2.7 | Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,  «удержание на заданной высоте», перемещения  «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций. | 0 | 2 | 2 |
| 2.8 | Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка»,  «змейка», «облет по кругу». | 0 | 4 | 4 |
| **3** | **Работа с кейсами «Арктический компонент»** | 0 | 6 | 6 |
| **4** | **Защита кейсов** | 0 | 2 | 2 |
|  | **За 1-е полугодие** |  |  | **52**  **часа** |
| **1** | **Установка и настройка FPV (системы передачи видо с борта БПЛА)** |  |  |  |
| 1.1 | Устройство FPV. Применяемое оборудование, его настройка. | 2 | 0 | 2 |
| 1.2 | Установка и подключение видеооборудования. | 0 | 4 | 4 |
| 1.3 | FPV полёты на симуляторе. | 0 | 5 | 5 |
| 1.4 | Пилотирование с использованием FPV- оборудования. | 0 | 4 | 4 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **2** | **Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.** |  |  |  |
| 2.1 | Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров | 2 | 4 | 6 |
| 2.2 | Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров» | 2 | 4 | 6 |
| 2.3 | Установка и настройка микроконтроллера на БПЛА. | 0 | 4 | 6 |
| 2.4 | Тестирование и отладка полета БПЛА с использование машинного зрения. Автономный взлет/посадка, зависание в точке, перемещение по аруко меткам. | 0 | 6 | 6 |
| **3** | **Знакомство с системой глобального позиционирования GPS.** |  |  |  |
| 3.1 | Устройство и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА | 2 | 0 | 2 |
| 3.2 | Установка, настройка и испытания (автономный полет по маршруту) системы глобального позиционирования | 0 | 4 | 4 |
| **4** | **Работа с кейсами «Арктический компонент»** | 0 | 6 | 6 |
| **5** | **Защита кейса** | 0 | 2 | 2 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **За 2-е полугодие** |  |  | **53**  **часа** |
| **Итого:** | |  |  | **105**  **часа** |

1. СОДЕРЖАНИЕ
2. **е полугодие:**
3. **Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)**
   1. **Вводная лекция о содержании курса.**

Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем.

# Устройство и принцип работы универсальной системы радиоуправления

Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общееустройство.

# Принципы управления и строение мультикоптеров.

Принципы управления мультироторными системами. Основные элементы мультикоптаера. Различия конструкций мультикоптеров.

# Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета

Принципы управления самолета. Основные элементы БПЛА на базе самолета. Преимущества и недостатки по сравнению с мультикоптером.

# Основы техники безопасности полётов

Техника безопасности при работе с мультироторными системами.

# Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.

Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.

# Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)

* 1. **Технология пайки. Техника безопасности.**

Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем. Техника безопасности при работе с паяльником. Защитные средства при пайке.

# Обучение пайке.

Пайка проводов между собой, к контактным площадкам, пайка силовых проводов, пайка с использованием специальных жидкостей.

# Визуальные полёты на симуляторе.

Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютерном симуляторе, проведение учебных полётов на симуляторе.

# Сборка и настройка квадрокоптера

* 1. **Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.**

Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

# Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.

Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.

# Сборка рамы квадрокоптера.

* 1. **Пайка ESC(электронного регулятора скорости), BEC(преобразователя питания) и силовой части.**

Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.

# Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления

* 1. **Инструктаж по технике безопасности полетов.**
  2. **Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,**

**«удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.**

* 1. **Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка»,**

**«змейка», «облет по кругу».**

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.

# Подготовка проектных работ

1. **Защита проектов**
2. **е полугодие:**
3. **Установка и настройка FPV (системы передачи видо с борта БПЛА)**
   1. **Устройство FPV. Применяемое оборудование, его настройка.**

Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.

# Установка и подключение видеооборудования.

* 1. **FPV полёты на симуляторе.**
  2. **Пилотирование с использованием FPV- оборудования.**

1. **Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.**
   1. **Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров**

Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков

# Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»

Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»: основы программирования, написание простых программ.

# Установка и настройка микроконтроллера на БПЛА.

* 1. **Тестирование и отладка полета БПЛА с использование машинного зрения. Автономный взлет/посадка, зависание в точке, перемещение по аруко меткам.**

1. **Знакомство с системой глобального позиционирования GPS.**
   1. **Устройство и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА**

Знакомство с системой глобального позиционирования и ее использованием в беспилотной авиации. Виды систем GPS. Недостатки современных систем и варианты замены GPS на другие системы позиционирования в пространстве.

# Установка, настройка и испытания (автономный полет по маршруту) системы глобального позиционирования.

Полевые испытания БПЛА с GPS. Полет по заданному маршруту. Возвращение в точку взлета в экстренных ситуациях. Картография местности с помощью БПЛА.

# Подготовка проектных работ

1. **Защита проектов**
2. **ОБЕСПЕЧЕНИЕ**
   1. **Методическое обеспечение программы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел или тема**  **программы** | **Формы занятий** | **Приёмы и методы организации образова-тельного**  **процесса** | **Дидакти-ческий материал** | **Техничес-кое оснаще-ние**  **занятий** | **Формы подведения итогов** |
| **Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) Основы управления.**  **Полёты на симуляторе** | Лекция, дикуссия  Практичес-кое занятие | Беседа по теме занятия, индиви- дуальная работа с ПО | Записи в тетрадях, справоч-ный материал из ПО для полетов | Интерак-тивная доска, ноутбук с ПО, RC-пульт | Полёт на симуляторе |
| **Сборка и настройка квадро-коптера.**  **Учебные полёты.** | Лекция, дискуссия, практичес-кое занятие, workshop | Работа в группах, индивиду-альная работа с ПО | Инструк-ция по сборке, справоч- ный материал из ПО для полетов | Интерак-тивная доска, ноутбук с ПО, квадро- коптер, RC-пульт | Тестовые полёты на собственноручно собранном квадро- коптере |
| **Установка настройка, FPV – оборудования** | Лекция, дискуссия, практичес-кое занятие, workshop | Работа в группах, индивидуа-льная работа с ПО | Справоч-ный материал из ПО для полетов | Интерак-тивная доска, ноутбук с ПО, квадро- коптер, очки для FPV-полетов, FPV-модуль | Выполне-ние полётов с FPV- оборудова-нием |
| **Программирование мультироторных систем. Автономные**  **полёты.** | Лекция, дискуссия, практичес-кое занятие, workshop | Работа в группах, индивидуа-льная работа с ПО | Справоч-ный материал ПО Python | Интерак-тивная доска, ноутбук с ПО, квадро- | Полет квадро- коптера в |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | коптер, МК Raspberry Py | автономном режиме |
| **Знакомство с системой глобального позиционирования** | Лекция, дискуссия, практичес-кое занятие, workshop | Работа в группах, индивидуа-льная работа с ПО | Справочный материал ПО для полетов | Интерак-тивная доска, ноутбук с ПО, квадро- коптер, комплект GPS | Полет квадро- коптера по заданному маршруту |
| **Работа в группах над инженерным проектом.** | Метод задач, метод кейсов, работа в группах | Работа в группах | Записи в тетрадях | Ноутбук, интерак-тивная доска | Защита проекта |

* 1. **Материально-техническое обеспечение программы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ 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 (микрокомпьютер,  ,цифровая видеокамера, ПО) | Комплект для программирования коптера |
| 1.4 | Квадрокоптер | Квадрокоптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1.5 | Квадрокоптер с фотокамерой на гиростабилизированном подвесе | Коптер для обучение аэросъёмке, настройке и обслуживанию БПЛА и полетам по маршруту с помощью  GPS |
| 1.6 | Учебная БПЛА самолетного типа | БПЛА для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов |
| **2** | **Компьютерное оборудование** | |
| 2.1 | Ноутбук | Работа с ПО БПЛА |
| 2.2 | Мышь | Работа с ПК и/или ноутбуком |
| 2.3 | Кабель для симулятора полетов | Работа с симулятором визуальных и FPV полетов |
| 2.4 | Тележка для зарядки и хранения ноутбуков | Тумба для хранения и зарядки ноутбуков |
| 2.5 | МФУ | Многофункциональное устройство |
| 2.6 | Сетевой удлинитель | Сетевой удлинитель |
| **3** | **Презентационное оборудование** | |
| 3.1 | Интерактивная доска | подача информационного материала |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 3.2 | Настенное крепление | | Крепление интерактивной доски |
| **4** | **Мебель** | | |
| 4.1 | Комплект мебели | | Размещение учеников в учебном кабинете |
| 4.2 | Металлические столы для пайки и резки листовых материалов | | Пайка компонентов БПЛА, самостоятельное изготовление деталей БПЛА. |
| 4.3 | Светильник настольный галогеновый | | Освещение |
| 4.4 | Корзины для мусора | | Сбор мусора и прочих непищевых отходов |
| **5** | **Инструмент** | | |
| **5.1** | **Паяльный набор(паяльник, припой, канифоль, перчатки, очки)** | **Пайка проводов и компонентов БПЛА** | |
| **5.2** | **Набор ручного инструмента (пассатижи, бокорезы, пинцет, канцелярский нож)** | **Приспособления для более удобной пайки** | |
| **5.3** | **Набор инструмента для обработки деталей (тиски, надфили, канцелярский нож, металлическая линейка)** | **Раскрой и обработка листовых материалов для создания собственных деталей БПЛА** | |

1. **МОНИТОРИНГ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Показатели (оцениваемые параметры)** | **Критерии** | **Степень выраженности оцениваемого качества** | **Возможное коли-**  **чество баллов** | **Формы отслеживания и**  **фиксации** образовательных результатов |
| 1. | Знание основ аэродинамики. Умение моделировать и конструировать БПЛА | Соответствие теоретических знаний ребенка программным требованиям  Осмысленность и правильность использования специальной терминологии | обучающийся полностью владеет указанным навыком или знаниями, умеет самостоятельно и качественно применять на практике, может грамотно объяснить педагогу и другим обучающимся;  имеются несущественные недочеты в теории либо практических работах, обусловленные прежде всего недостатком опыта;  знания и умения на базовом уровне, но регулярно требуется контроль и помощь со стороны педагога и других обучающихся;  знания и умения недостаточны, требуется постоянный контроль;  имеются некоторые обрывочные знания и умения, но присутствует мотивация к их получению; | 5 баллов  4 балла  3 балла  2 балла  1 балл | Наблюдение, тестирование |
| 2. | Знание технологии конструирования БПЛА. | Соответствие теоретических знаний ребенка программным требованиям | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов  4 балла  3 балла  2 балла | Наблюдение, тестирование |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | 1 балл |  |
| 3. | Знание основ радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров | Отсутствие затруднений в использовании специального оборудования и оснащения | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов  4 балла  3 балла  2 балла | Собеседование,  Контрольное задание |
|  |  |  |  | 1 балл |  |
| 4. | Умение самостоятельно | Самостоятельность в подборе и анализе литературе  Самостоятельность в пользовании компьютерными источниками информации  Самостоятельность в учебно- исследовательской работе | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов | Анализ Исследовательские работы Наблюдение |
|  | работать в учебно-  познавательной |  | 4 балла |
|  | деятельности. |  | 3 балла |
|  |  |  | 2 балла |
|  |  |  | 1 балл |
| 5. | Умение технически мыслить и творчески подходить к работе | Креативность в выполнении заданий | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов  4 балла | Контрольное задание |
|  |  |  |  | 3 балла |  |
|  |  |  |  | 2 балла |  |
|  |  |  |  | 1 балл |  |
| 6. | Сформированные навыки научно- исследовательской, инженерно- | Собственный либо командный проект | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов  4 балла  3 балла  2 балла | Защита проекта |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | конструкторской и проектной деятельности |  |  | 1 балл |  |
| 7. | Умение продуктивно работать в команде | Отсутствие конфликтов с другими участниками команды | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов  4 балла | Наблюдение Командная игра |
| Знание своей роли в работе команды | 3 балла  2 балла |
|  | 1 балл |
| 8. | Умение планировать  работу по реализации замысла, предвидеть | Четкие временные рамки каждого шага на пути к результату | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов  4 балла | Контрольное задание |
| результат и достигать его | 3 балла  2 балла |
|  | 1 балл |
| 9. | Наличие у ребенка организационно- волевых качеств личности для успешной деятельности, таких как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль | Усидчивость и настойчивость при выполнении контрольных заданий | уровни – по аналогии с п.1 | 5 баллов  4 балла  3 балла  2 балла  1 балл | Контрольное задание |

1. **СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ**
   1. **Список информационных источников, рекомендованный педагогам**

## Основные информационные источники:

1. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета [Электронный ресурс] / Ю.С.Белинская // Молодежный научно-технический вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – № 4. – Режим доступа:<http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером [Электронный ресурс] / А. Е. Гурьянов // Инженерный вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – № 8. – Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).
3. Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://habrahabr.ru/post/227425/>(Дата обращения: 31.10.2016).
4. Основы аэродинамики и динамики полета [Электронный ресурс]. – Рига, 2010. – Режим доступа:<http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf>. – (Дата обращения: 31.10.2016).
5. Канатников А.Н. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости [Электронный ресурс] / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев // Наука иобразование.

– МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – № 3. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).

1. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика [Текст] / А.К. Мартынов. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. – 479 с.
2. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы [Текст] / И.В. Мирошник. – СПб: Питер, 2005. – 337 с.

## Дополнительные информационные источники

1. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html>. (Дата обращения: 31.10.2016).
2. Alderete T.S. Simulator Aero Model Implementation [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>. (Дата обращения:31.10.2016).
3. Bouadi H. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter [Текст] / H. Bouadi, M.

Tadjine. – World Academy of Science, Engineering and Technology, 2007. – Vol. 25. – P. 225-229.

1. Madani T. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE [Текст] / T. Madani, A. Benallegue //RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – 2006. – P. 3255-3260.
2. Dikmen I.C. Attitude control of a quadrotor [Текст] / I.C. Dikmen, A. Arisoy, H. Temeltas // 4-th International Conference on Recent Advances in Space Technologies. – 2009. – P. 722-727.
3. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter [Электронный ресурс] / T. Luukkonen // School of Science, Espoo, 2011. – P. 26. – Режим доступа: <http://sal.aalto.fi/publications/pdf->files/eluu11\_public.pdf. (Дата обращения: 31.10.2016).
4. Murray R.M. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation [Текст] / R.M. Murray, Z. Li, S.S. Sastry. – SRC Press, 1994. – 474 p.
5. Zhao W. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization [Текст] / W. Zhao, T. Go Hiong // Journal of the Franklin Institute, 2014. – Vol. 351. – P. 1335-1355.
6. Лекции от «Коптер-экспресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>. (Дата обращения: 21.10.2017).

# Список информационных источников, рекомендованный учащимся

* + 1. Лекции от «Коптер-экспресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344. (Дата обращения: 21.10.2017).
    2. Лекции от «Коптер-экспресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://[www.youtube.com/watch?v=FF6z-](http://www.youtube.com/watch?v=FF6z-) bCo3T0. (Дата обращения: 21.10.2017).
    3. КИТы квадрокоптеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alexgyver.ru/quadcopters/>. (Дата обращения: 21.10.2017).

# Список информационных источников, рекомендованной родителям в целях расширения диапазона образовательного воздействия и помощи в обучении и воспитании ребенка

Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С. Соловейчика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM>. (Дата обращения: 21.10.2017).

# 6. ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение 1. 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.

# Приложение 2. Примерные темы проектов

* + 1. Моделирование квадрокоптера.
    2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
    3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
    4. Организация гонки квадрокоптеров.
    5. Проектирование квадрокоптера-траспортировщика.
    6. Автономный полет по заданной траектории.
    7. Создание помощника для преподавателя на контрольныхработах.

# Приложение 3. Пример кейса

**Название 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