«Рассмотрено»	«Согласовано»	«Утверждаю»
на заседании ШМО Протокол №_____ От «_____» 2021 г. Руководитель МО /	Заместителем Директора по УВР _____/_____ «_____» 2021 г.	Директор_____/_____ Приказ №_____ От «_____» 2021г.

Министерство образования и науки Республики Саха (Якутия)

Государственное автономное нетиповое общеобразовательное учреждение

«Международная Арктическая школа»

Республики Саха (Якутия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Предмета **«Квадрокоптеры»** для второго года обучения на 2021 – 2022 учебный год срок реализации 1 год (2 часа в неделю).

Учитель: Бехтюев Владимир Алексеевич

2021-2022 учебный год

1. 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; Уставом ГОАУ ДО ЯО Центра детско-юношеского технического творчества.

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] 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.

1.1. 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.

1.2. 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.

1.3. Особенности организации образовательного процесса

Программа рассчитана на 70 академических часов. Занятия групп проводятся 2 раза в неделю по 1 часу, т.е. 2 часа в неделю.

Возраст детей – 12-18 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.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование разделов и тем	Количество часов		Дата прохождения	Виды, формы контроля
	Всего	Контрольные, практические работы и т.д.		
Раздел 1. **Установка FPV – оборудования.** Итого по разделу:	14	14		Практическая работа
Раздел 2. **Программирование. Использование Arduino на дроне.** Итого по разделу:	14	10		Практическая работа
Раздел 3. **Учебные полеты на БАС с фотокамерой** Итого по разделу:	14	14		Практическая работа
Раздел 4. **Работа в группах над инженерным проектом.** Итого по разделу:	14	14		Практическая работа
Раздел 5. **Итоговый контроль**	14	14		

проектная работа по кейсам «Арктический компонент» Итого по разделу:				Практическая работа
Всего	70	66		

Развернутый календарно-тематический план

№ урока	Тема урока	Дата план	Дата факт	Цель урока	Элементы содержание урока (базовые единицы)	Планируемый результат (Основные ожидаемые результаты основного общего образования по химии в соответствии ФГОС по ГАНОУ МАШ РСЯ, формы контроля)	Выпускник получит возможность научиться	Форма деятельности	Домашнее задание
1	Установка FPV – оборудования.								
1.1	Настройка оборудования								
1.2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования								
1.3	Пилотирование с использованием FPV-оборудования.								
2	**Программирование.Использование Arduino**								
2.1	Основы программирования и программирования на Arduino.								
2.2	Применение платы Arduino.								
3	**Учебные полеты на БАС с фотокамерой**								
3.1	Основы аэросьемки.								

3.2	Применение фотокамеры для квадрокоптера.								
3.3	Учебные полеты.								
4	**Работа в группах над инженерным проектом.**								
4.1	Принципы создания инженерной проектной работы.								
4.2	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационнная система».								
4.3	Подготовка презентации собственной проектной работы.								
5.	**Раздел 5. Итоговый контроль проектная работа по кейсам «Арктический компонент»**								
5.1	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта								

3. СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	**Наименование темы**	**Содержание обучения**
1	**2**	**3**
Блок 1.	**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 2.	**Программирование. Использование Arduino.** 1. Основы программирования C++ 2. Практикум «Введение в программирование C++» 3. Программирование на Arduino.	Основы программирования на C++. Начальный уровень программирования на текстовом языке. Устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков. Основы программирования на Arduino. Установка платформы на БАС.
Блок 3.	**Учебные полеты на БАС с фотокамерой** 1. Основы аэросьемки 2. Практикум «Полеты на БАС с фотокамерой»	Основы аэросьемке. Правила и техника безопасности при выполнения полетов. Практикум «Полеты на БАС с фотокамерой»: основы полета, учебные полеты6 съемка заданной местности.
Блок 4.	**Работа в группах над инженерным проектом.** 1. Принципы создания инженерной проектной работы. 2. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». 3. Подготовка презентации собственной проектной работы.	Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.

4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ

4.1. 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
Установка FPV – оборудования.	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
Программирование. Использование Arduino.	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
Учебные полеты на БАС с фотокамерой	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
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

4.2. 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**

5. 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 1 балл	Собеседование, Контрольное задание
4.	Умение самостоятельно работать в учебно-познавательной деятельности.	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 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Анализ Исследовательские работы Наблюдение
5.	Умение технически мыслить и творчески подходить к работе	Креативность в выполнении заданий	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание
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 Знание своей роли в работе команды	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Наблюдение Командная игра
8.	Умение планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его	Четкие временные рамки каждого шага на пути к результату	уровни – по аналогии с п.1	5 баллов 4 балла 3 балла 2 балла 1 балл	Контрольное задание
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

6. СПИСКИ ЛИТЕРАТУРЫ

6.1. 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 и образование. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – № 3. – Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html. (Дата обращения: 31.10.2016).
6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика [Текст] / А.К. Мартынов. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. – 479 с.
7. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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).
7. Murray R.M. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation [Текст] / R.M. Murray, Z. Li, S.S. Sastry. – SRC Press, 1994. – 474 p.
8. 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.
9. Лекции от «Коптер-экспресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344. (Дата обращения: 21.10.2017).

6.2. 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-bCo3T0. (Дата обращения: 21.10.2017).
3. КИТы квадрокоптеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://alexgyver.ru/quadcopters/. (Дата обращения: 21.10.2017).

6.3. 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