

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Министерство образования и науки Смоленской области

Администрация МО "Вяземский район" Смоленской области

МБОУ СШ № 2 г. Вязьмы Смоленской области

РАССМОТРЕНО

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДЕНО

на заседании педагогического совета МБОУ СШ № 2 Смоленской области
на заседании Руководителя структурного подразделения «Кванториум» г. Вязьмы Смоленской области

Протокол №1 от «31» августа 2023 г.

 А.И. Алещенков

 Д.Г. Козлов

Приказ №142/01.09 от «31» августа 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дополнительного образования структурного подразделения

Детский технопарк «Кванториум»

«ГЕО-АЭРО»

Возраст обучающихся: 11-18 лет

Срок реализации: 1 год (204 часа)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «ГЕО-АЭРО» (далее – программа) имеет техническую направленность и разработана в соответствии с нормативными документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;
- Концепция развития дополнительного образования до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р);
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р);
- План мероприятий по реализации в 2021 - 2025 годах Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р);
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Устав, Лицензия на образовательную деятельность, нормативные документы и локальные акты Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения Средней школы №2 г. Вязьмы;
- Постановление от 28.09.2020 № 28 Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Описываемая программа включает в себя интеграцию достижений современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Занимаясь по данной программе, учащиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата (далее - БПЛА), принципы работы всех его систем и их взаимодействия.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности Дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор беспилотных авиационных систем.

Общая характеристика:

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «ГЕО-АЭРО» имеет базовый уровень сложности. Сроки обучения соответствуют учебному плану и имеют продолжительность 216 часов. На данном уровне дети учатся работать с приборами и оборудованием (hard skills), а также приобретают навыки успешного коллективного взаимодействия: работа в группе, брать на себя ответственность, выполнять определенную роль в командной работе, помогать друг другу (soft skills).

Обучение имеет ярко выраженный практический характер, в основе методики обучения лежат кейсовый и проектный методы, технологии изобретательской разминки и идеального конечного результата, научный эксперимент.

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

Актуальность программы заключается в современных тенденциях развития роботизированных комплексов в авиации, которые получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС). В настоящее время наблюдается особенный интерес 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.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения учащиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития прикладных теоретических знаний у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них практических навыков (работа в мастерской и Хайтек)

позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

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

Для реализации поставленной цели необходимо решить ряд задач:

Обучающие:

☐ способствовать формированию у учащихся знаний, умений и навыков в области аэродинамики, моделирования и конструирования БПЛА;

☐ обучить технологическим навыкам конструирования;

☐ обучить основам радиоэлектроники и схемотехники, программирования микроконтроллеров.

Развивающие:

☐ развить навыки самостоятельной работы в учебно-познавательной деятельности;

☐ способствовать развитию технического мышления и творческого подхода к работе;

☐ развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности.

Воспитательные:

☐ формировать умение продуктивно работать в команде;

☐ приобщать к планированию работы по реализации замысла, предвидению результата и достижению его;

☐ способствовать воспитанию организационно-волевых качеств личности для успешной деятельности, такие как усидчивость, настойчивость, терпение, самоконтроль.

Отличительные особенности программы от уже имеющихся программ.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности Дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БПЛА. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БПЛА.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить учащихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Возраст обучающихся, участвующих в освоении программы. В реализации данной программы участвуют учащиеся 11-18 лет, группа формируется в зависимости от начальных знаний и возраста детей. При изложении материала учитываются личностные и возрастные особенности учащихся, один и тот же материал по-разному преподаётся, в зависимости от их возраста и субъективного опыта.

Режим занятий. Программа рассчитана на 204 часа базового уровня, занятия проводятся 3 раза в неделю по 2 часа (академический час 40 мин.) Занятия построено по принципу 40 минут работы, 10 минут отдыха или смены деятельности.

Форма обучения: очная.

Возрастные особенности учащихся

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 зрелости. 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: минимум 8 человек, максимум 14 человек.

Планируемые результаты освоения программы

Личностными результатами освоения программы являются:

- ☐ проявление познавательных интересов и активности;
- ☐ развитие трудолюбия и ответственности за качество своей деятельности;
- ☐ проявление технико-технологического мышления.

Метапредметными результатами освоения программы являются:

- ☐ умение слушать и задавать вопросы;
- ☐ навык решение изобретательских задач;

- ☐ навыки проектирования;
- ☐ умение работать в команде,
- ☐ мышление на несколько шагов вперёд;
- ☐ осмысленное следование инструкциям;
- ☐ соблюдение правил техники безопасности;
- ☐ формируется ответственность;
- ☐ осознание своих возможностей;
- ☐ способность нахождения оптимального решения; ☐ внимательность и аккуратность.

Предметными результатами освоения вводного уровня программы являются:

- ☐ владение технической терминологией;
- ☐ основы программирования микроконтроллеров на платформе Ардуино;
- ☐ знание законов аэродинамики;
- ☐ умение пользоваться различными датчиками и компонентами;
- ☐ знание основных компонентов коптера, конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- ☐ знание приемов и опыта конструирования с использованием специальных элементов и других объектов;
- ☐ умение самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- ☐ знание строения БПЛА.

Предметными результатами освоения базового уровня программы являются:

- ☐ знание устройства и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА;
- создания ортофотопланов и 3D-моделей с возможностями облачной обработки, автоматической мультиклассификации и работы в стереорежиме в программе AgisoftPhotoscan;
- ☐ умение самостоятельно выполнять видеопилотирование или «полеты по камере» FPV (First Person View);
- ☐ знание основ микроэлектроники и программирования микроконтроллеров;
- ☐ знание основных приёмов конструирования летательных аппаратов;
- ☐ умение создавать коптеры и другие летательные аппараты;
- ☐ умение самостоятельно решать технические задачи в процессе работы.

Предметными результатами освоения углублённого уровня программы являются:

- ☐ знание компьютерной среды, включающую в себя язык программирования Python;
- ☐ знание методов и алгоритмов компьютерного зрения и распознавания образов на базе OpenCV, Hello World;
- ☐ умение создавать карты, 3D модели, панорамы с помощью БПЛА;

- ☞ создание мультироторной системы для мониторинга городских пространств;
- ☞ умение работать в операционной системе для роботов ROS (Robot Operating System)
- ☞ знание видов электронных элементов;
- ☞ умение настраивать БПЛА;
- ☞ умение подключать и настраивать дополнительное оборудования для автономных полетов;
- ☞ создание автономных коптеров и другие летательные аппараты; ☞ навыки пользования различными датчиками и компонентами.

Способы определения результативности (диагностика) реализации программы

- ☞ Анкетирование входное и итоговое – позволяет выявить начальный уровень подготовки и оценить результативность программы.
- ☞ Включенное педагогическое наблюдение – помогает на всех этапах программы отслеживать качество усвоения учениками знаний и умений
- ☞ Защита проектных работы – проверяют достигнутый учениками уровень владения умением создания приложений, помогают находить ошибки в программе и оперативно их исправлять, демонстрируют достижения учеников.

Формы и режим занятий

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

Для организации образовательного процесса необходимо использовать различные формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда учащимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
 - Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где учащимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда учащиеся синхронно работают под контролем педагога;
 - самостоятельная работа, когда учащиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
 - метод кейсов, "мозговой штурм", метод задач и метод проектов.
- 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.

Программа подразумевает следующие методики и образовательные технологии, в процессе которых у учащихся происходит развитие soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов):

- ☞ технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
- ☞ противоречие как основа изобретения;
- ☞ идеальный конечный результат;
- ☞ алгоритм проектирования технической системы;
- ☞ личная ответственность и тайм-менеджмент;
- ☞ проектная деятельность;
- ☞ продуктивное мышление;
- ☞ универсальная пирамида прогресса;
- ☞ планирование и постановка собственного эксперимента.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН базовый уровень

№ п/п	Наименование разделов	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение	4	2	2	беседа
2.	Основы электричества	18	4	14	опрос, выполнение практического задания
3.	Устройство и принцип работы квадрокоптера	48	12	36	тестирование, выполнение практического задания
4.	FPV-оборудование	28	6	22	опрос, выполнение практического задания
5.	Основы программирования микроконтроллеров	32	8	24	опрос, выполнение практического задания
6	Устройство FPV	26	6	20	опрос, выполнение практического задания

7	Программирование мультироторных систем.	30	4	26	викторина,
8	Автономные полёты	4		4	выполнение практического задания
12	Подготовка проектных работ и защита проектов	14	6	8	выставка проектов
	Итого:	204	48	156	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Введение

Теория: Вводная лекция о содержании курса. История БПЛА. История БПЛА. Россияне, повлиявшие на направление. Правовые основы. Техника безопасности. Изучение статей Воздушного кодекса РФ, ответственности за нарушения. Принципы управления, виды и строение БПЛА. Виды БПЛА. Строение и отличительные особенности коптера. Правила техники безопасности.

Практика: Полет на хобби-квадрокоптерах. Аэродинамика — наука о полете. Законы аэродинамики. Задания, демонстрирующие законы аэродинамики в действии.

2. Основы электричества

Теория: Основные понятия электричества. Светодиод. Закон Ома. Работа с мультиметром. Тактовая кнопка. Основы пайки. Основы для начинающих, технология, виды и материалы, тонкости.

Практика: Светящийся диод. Распайка.

3. Устройство и принципы работы квадрокоптера

Теория: Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Полетный симулятор. Плата разводки питания. Связь «коптер - контроллерпередатчик-аппаратура управления». Рама квадрокоптера. Оптимальная конструкция, лучшие материалы. Полетный контроллер. Виды, особенности, сборка. Предназначение, виды и функционал. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления. Повторение принципа работы.

Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе. Инструктаж по ТБ. Учебные полеты. Взлет и посадка. Принципы управления. Учебные полеты. Удержание высоты. Принципы удержания высоты. Учебные полеты. Движение в разных плоскостях. Теория: Основные приёмы управления квадрокоптера. Разбор полетов. Основные ошибки. Разбор основных ошибок. Учебные полеты. Упражнения на маневрирование. Основы полетов.

Практика: Полеты на симуляторе. Предназначение, применение и принцип работы. Соединение с аккумулятором, проверка работы. Виды, материалы, сборка. Сборка деревянной рамы с установкой моторов. Установка полетного контроллера ССЗДна квадрокоптер. Настройка полетного контроллера и аппаратуры. Полеты на симуляторе. Выполнение упражнений. Выполнение упражнений. Выполнение упражнений. Работа над ошибками. Учебные полеты. Прохождение трассы.

Разработка проекта квадрокоптера для мониторинга лесных угодий АО ОМЗ.

4. FPV- оборудование

Теория: Оборудование для видеотрансляции. Настройка. Связь приемникпередатчик, качество передачи. Учебные полеты с использованием FPV.

Принципы управления.

Практика: Настройка FPV. Учебные полеты.

5. Основы программирование микроконтроллеров

Теория: Основы программирования. Платформа Arduino. Основы программирования на Си-подобных языках. Arduino. История, сообщество, предназначение.

Практика: Выполнение тестовых заданий.

6. Устройство FPV

Теория: Оборудование передачи видео и OSD. Полётное задание и теория FPV пилотирования.

Практика: подготовка и настройка видеооборудования. Контрольные упражнения. Полёт по маршруту. Установка элементов дистанции и полет по дистанции. Полёт по дистанции. Отработка практических заданий

7. Программирование мультироторных систем. Автономные полёты

Теория: Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков. Автономный взлет/посадка, зависание в точке, перемещение по аруко меткам.

Практика. «Введение в программирование микроконтроллеров»: основы программирования, написание простых программ. Установка и настройка

микроконтроллера на БПЛА. Тестирование и отладка полета БПЛА с использованием машинного зрения.

8. Подготовка проектных работ и защита проектов

Разработка проекта.

Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Разработка проекта квадрокоптера для мониторинга лесных угодий АО ОМЗ». Подготовка и проведение презентации по проекту.

Методическое обеспечение программы

Особенности организации учебного процесса и учебных занятий

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей.

При проведении занятий используют различные формы: лекции, практические работы, беседы, конференции, конкурсы, игры, викторины, проектная и исследовательская деятельность.

При проведении занятий используются приемы и методы технологий: дифференцированного обучения, теории решения изобретательских задач, развития критического мышления и др.

Материально-техническое обеспечение программы

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования	Количество
1	Учебное (обязательное) оборудование		
1.1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	Набор для сборки квадрокоптера	10
1.2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица	10
1.3	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (микрокомпьютер, ,цифровая видекамера, ПО)	Комплект для программирования коптера	10

1.4	Квадрокоптер	Квадрокоптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования	10
1.5	Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе	Коптер для обучение азосъемке, настройке и обслуживанию БПЛА и полетам по маршруту с помощью GPS	8
1.6	Учебная БПЛА самолетного типа	БПЛА для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов	10
0	Компьютерное оборудование		
2.1	Ноутбук	Работа с ПО БПЛА	14
2.2	Мышь	Работа с ПК и/или ноутбуком	14
2.3	Кабель для симулятора полетов	Работа с симулятором визуальных и FPV полетов	10
2.4	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков	1
3	Презентационное оборудование		
3.1	Интерактивная доска	Подача информационного материала	1
3.2	Настенное крепление	Крепление интерактивной доски	1
4	Инструмент		
4.1	Паяльный набор(паяльник, припой, канифоль, перчатки, очки)	Пайка проводов и компонентов БПЛА	22
4.2	Набор ручного инструмента (пассатижи, бокорезы, пинцет, канцелярский нож)	Приспособления для более удобной пайки	
4.3	Набор инструмента для обработки деталей (тиски, надфили, канцелярский нож, металлическая линейка)	Раскрой и обработка листовых материалов для создания собственных деталей БПЛА	2

Программное обеспечение: операционная система Windows и офисные пакеты MS Office, OpenOffice, Robot Operating System (ROS), AgisoftPhotoscan, симулятор полетов DJI.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы для педагога

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. Програмируем 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_ajerodnamiki_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.

Список литературы для учащихся

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).

Список для учащихся

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).

Приложение 1

Оценочные материалы, формирующие систему оценивания результатов обучения ребенка по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Беспилотные летательные аппараты»

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Количество баллов	Методы диагностики
<p>I. Теоретическая подготовка ребенка</p> <p>1. Теоретические знания (по основным разделам учебно-тематического плана программы)</p>	<p>Соответствие теоретических знаний ребенка программным требованиям.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Минимальный уровень (ребенок овладел менее 1/2 объема знаний, предусмотренных программой); • Средний уровень (объем усвоенных знаний составляет более 1/2); • Максимальный уровень (ребенок освоил весь объем знаний, предусмотренных программой за конкретный период) <p>Минимальный уровень (ребенок избегает употребления специальных терминов)</p>	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">10</p>	<p>Наблюдение, тестирование, контрольный опрос</p>
<p>2. Владение специальной терминологией</p>	<p>Осмысленность и правильность использования специальной терминологии</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Средний уровень (ребенок сочетает специальную терминологию с бытовой), • Максимальный уровень (специальные термины употребляет осознанно и в полном соответствии с их содержанием) 	<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">10</p>	<p>Викторина, терминологический диктант</p>

<p>2. Владение специальным оборудованием и оснащением (для технического направления)</p>	<p>затруднений в использовании специального оборудования и оснащения</p>	<p>активности, выполняет практические задания с элементами творчества)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Минимальный уровень (ребенок испытывает серьезные затруднения при работе с оборудованием) • Средний уровень (работает с оборудованием с помощью педагога) • Максимальный уровень (работает с оборудованием самостоятельно, не испытывает особых затруднений) 	<p>5</p> <p>10</p>	
<p>III. Учебнокоммуникативные умения:</p> <p>1. Умение слушать и слышать педагога</p>	<p>Адекватность восприятия информации, идущей от педагога</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Минимальный уровень умений (обучающийся испытывает серьезные затруднения в восприятии информации, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога) • Средний уровень (работает с помощью педагога) ☹ Максимальный уровень (работает самостоятельно, не испытывает затруднений) 	<p>1</p> <p>5</p> <p>10</p>	<p>Наблюдение</p>
<p>2. Умение выступать перед аудиторией</p>	<p>Свобода владения и подачи обучающимися подготовленной информации</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Минимальный уровень умений (обучающийся испытывает серьезные затруднения при выступлении, нуждается в постоянной помощи педагога) 	<p>1</p>	

<p>3. Учебноорганизационные умения и навыки.</p> <p>Умение организовать свое рабочее место</p>	<p>Способность самостоятельно готовить свое рабочее место к деятельности и убирать его за собой</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Средний уровень (готовит выступления с помощью педагога или родителей) • Максимальный уровень (готовит выступления и выступает самостоятельно, не испытывает затруднений) • Минимальный уровень (обучающийся испытывает серьезные затруднения при подготовке рабочего места, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога) • Средний уровень (готовит рабочее место с помощью педагога или родителей) • Максимальный уровень (готовит рабочее место самостоятельно, не испытывает затруднений) 	<p>5</p> <p>10</p> <p>1</p> <p>5</p> <p>10</p> <p>1</p> <p>5</p>	<p>Наблюдение</p> <p>Наблюдение</p>
<p>3.2 Навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности</p>	<p>Соответствие реальных навыков</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Минимальный уровень 	<p>1</p> <p>5</p>	<p>Наблюдение</p>

<p>3.3 Умение аккуратно выполнять работу</p>	<p>соблюдения правил безопасности программным требованиям</p> <p>Аккуратность и ответственность в работе</p>	<p>(ребенок овладел менее 1/2 объема навыков соблюдения правил безопасности, предусмотренных программой)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Средний уровень (объем усвоенных навыков составляет более 1/2) • Максимальный уровень (ребенок освоил практически весь объем навыков, предусмотренных программой за конкретный период) • Минимальный уровень (удовлетворительно) ⊕ Средний уровень (хорошо) ⊕ Максимальный уровень (отлично) 	<p>10</p> <p>1 5 10</p>	<p>Наблюдение</p>
--	--	--	---------------------------------	-------------------

IV. Разнообразие творческих достижений:	Участие в конкурсах, выставках, фестивалях различного уровня	<ul style="list-style-type: none"> • Минимальный уровень (редко участвует в конкурсах внутри объединения) • Средний уровень (участвует в конкурсах, выставках внутри объединения, учреждения) ④ 	1	Наблюдение
		<ul style="list-style-type: none"> • Максимальный уровень (регулярно принимает участие в выставках, конкурсах в масштабе города, района, области) 	5	
			10	

Образовательные результаты

№	Ф.И. учащегося	Стартовый мониторинг (октябрь-ноябрь)				Сумма баллов, уровень	Промежуточный мониторинг (декабрь-февраль)				Сумма баллов, уровень	Итоговый мониторинг (март-май)				Сумма баллов, уровень
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	

Минимальный уровень (min) – от 10 до 40 баллов; средний уровень (s) – от 41 до 70 баллов; максимальный уровень (max) – от 71 до 105 баллов.