

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Удомельская гимназия №3 им. О.Г. Макарова»

Рассмотрено на заседании
педагогического совета
и рекомендовано к утверждению
протокол от 30.08.2021г. №1

Утверждаю
Директор МБОУ УГ №3
им. О.Г. Макарова
_____ Т.А. Собиная
Приказ №79/21-О от
31.08.2021г.

**Образовательная программа
дополнительного образования детей
«Летающие дроны»**

Срок реализации программы - 1 год
Возраст воспитанников: 6-18 лет
Педагог: Карнаухов Анатолий Петрович

г. Удомля
2021г.

Пояснительная записка

Тип программы: модифицированная

Направленность программы: техническое

Актуальность и педагогическая целесообразность программы

Создание авиамодели сложный процесс, создавая модель-копию, обучающийся приобретает технический и практический опыт учиться технически грамотно решать вопросы проектирования и изготовления модели. Приобретение навыков и знаний, полученных в результате занятий по авиамоделированию помогает в профессиональной ориентации и самоопределении. Немало инженеров, конструкторов, специалистов авиации, авиационной промышленности приобрели первоначальную подготовку в авиамодельных кружках и так полюбили этот вид занятий, что не расстаются с ним и дальше. Программа предусматривает прочные межпредметные связи. Работа над моделью требует знаний по математике, черчению, физике, что повышает заинтересованность воспитанников в изучении данных предметов. Актуальна проблема организованного досуга во внеурочное время среди детей особенно подросткового возраста. Участие в работе объединения решает эту проблему, ребята приобщаются к здоровому образу жизни. Для многих занятие авиамodelным спортом становится семейным увлечением.

Новизна программы заключается в комплексном изучении предметов и дисциплин, не входящих ни в одно стандартное обучение общеобразовательных школ. При изготовлении моделей обучающиеся сталкиваются с решением вопросов аэродинамики и прочности, у них вырабатывается инженерный подход к решению встречающихся проблем.

Цель программы - способствовать формированию конструкторского мышления и интереса к современной авиационной технике, авиамодельному спорту, профессиональному самоопределению обучающегося.

Задачи:

Образовательная - способствовать формированию устойчивых представлений о приёмах конструирования и моделирования моделей квадрокоптеров.

Развивающая - потребности в творческой деятельности, в стремлении к самовыражению через техническое творчество

Воспитательная - создание ситуации «успеха», учитывая индивидуальные особенности ребёнка, развитие позитивных партнерских отношений..

Отличительные особенности. Особенность программы заключается в её целевой и практической направленности, ориентации на повышение знаний в предметных областях - математике, черчению, физике. Развитие творческой активности воспитанника, его интерес к занятиям авиамоделированием – микроцель каждого занятия. Занятия проводятся в рамках партнерских отношений воспитанника и педагога, без диктата последнего, его

немотивированного вмешательства в работу и порицания за ошибки. В объединении могут заниматься дети с различным уровнем начальной подготовки. Более опытные помогают новичкам, что способствует развитию позитивных деловых отношений, взаимопомощи и поддержки. Педагог применяет индивидуальный подход в работе с воспитанниками. Учитываются индивидуальные особенности воспитанника, определяющие конечный результат труда.

Срок реализации: программы рассчитана на один год.

Объем образовательной программы составляет 324 часа.

Режим работы объединения: занятия проводятся три раза в неделю по три часа. Продолжительность часа-45 минут.

Между занятиями предусмотрен перерыв для отдыха не менее 10 минут. Наполняемость группы 12-16 человек. Состав группы разновозрастный – дети 8-17 лет.

Особенности организации образовательного процесса.

Цели и задачи, поставленные в программе, осуществляются в тесном сотрудничестве детей, педагогов и родителей. Занятия по данной программе включают теоретическую и практическую части, причем большее количество времени занимает практическая часть. На занятиях обучающийся выполняет работы по настройке модели её модернизации и доводке модели на трассе и изучает теоретический материал по конструктивным особенностям квадрокоптеров, беспилотных летательных аппаратов. Важно, что свои модели обучающиеся самостоятельно от занятия к занятию доводят до совершенства и готовят к соревнованиям и показательным полетам. Это нацеливает их к достижению более высоких вершин мастерства, нацеливает на достижение положительного результата. Успешность работы, направленной на достижение целей программы и решение возникающих при этом проблем, обеспечивается совместными усилиями участников объединения и педагога. Педагог выполняет функции планирования, координации деятельности обучающегося, оценивает промежуточные результаты. Основным показателем результативности обучения по программе является участие в соревнованиях различного уровня: районные, областные и всероссийские.

Форма проведения занятий: индивидуальная, групповая.

Методы проведения учебного занятия: по основному методу проведения

1. Беседа
2. Лекция
3. Экскурсия
4. Видео-занятие
5. Самостоятельная работа обучающихся
6. Лабораторная работа обучающихся
7. Практическая работа обучающихся
8. Сочетание различных форм учебных занятий
9. Соревнования и показательные, тренировочные полеты.
9. Нетрадиционные

Сочетание различных методов и форм обучения и воспитания, где чрезвычайно важны поиск, интуиция, мобильность педагога, позволяет достигнуть оптимальных результатов - с внесением постоянных корректировок не только в план, но и в ход занятия. Программой учтена степень важности отдельных вопросов курса при распределении времени на объяснение, практическую работу, закрепление и контроль знаний кружковцев, т.е. осуществляется дифференцированный подход к изучению материала.

Ожидаемый результат:

По результатам усвоения программы с учётом требования обеспечения ведущей роли в развитии практических навыков на занятиях выделяется комплекс ведущих программных знаний и умений.

Обучающийся должен знать:

- Классификацию авиамоделей технические требования, предъявляемые к ним.
- Основные материалы, применяемые в авто моделировании.
- Технологию изготовления узлов и механизмов.
- Производить расчет передаточных отношений.
- Правила проведения соревнований по авиа модельному спорту.
- Технику безопасности на занятии.

Обучающийся должен уметь:

- Изготавливать и производить ремонт узлов и механизмов.
- Заряжать аккумулятор и правильно производить соединение.
- Контролировать движение модели с помощью радиоаппаратуры.
- Производить настройку радиоаппаратуры и модели.
- Производить расчёт передаточного отношения кинематики модели.
- Самостоятельно производить подготовку и запуск модели.

Формы контроля, проверка результативности:

- текущий (устный опрос);
- тематический (индивидуальные задания,
- контрольная работа-тестирование, итоговый (конкурсы, соревнования).
- выставки технического творчества;
- протоколы участия в соревнованиях различного уровня.

Тестовые задания

Каждый правильный ответ: 5 баллов Максимальное количество 100 баллов.

1. Какое количество стандартных банок силовых аккумуляторов считается допустимым в классе моделей? 6, 8, 10
2. Ручной инструмент, применяемый при лужении и пайке для нагрева деталей, флюса, расплавления припоя и внесения его в место контакта? Паяльник Напильник Штангенциркуль
3. Какой из классов моделей имеет ограничения в правилах по диаметру ВИНТОВ
5. Материал, используемый для изготовления рамы модели? Дюраль Фанера пластмасса

6. Какое покрытие должна иметь трасса для моделей асфальтовое Бетонное Земляное +
7. Какие современные силовые аккумуляторы имеют наибольшую отдачу тока? Никель-кадмиевые Никель-магниевые Литий-полимерные +
8. Какое количество участников может одновременно участвовать в гонке? не более 10 + не более 15 не более 20
9. Максимальный вес модели класса КВАДРОКОПТЕРЫ Не менее 1,5 кг Не менее 900 грамм Не более 1,5 кг
10. Передатчик и приемник какой частоты не нуждается в замене кварцев при жеребьевке для участия в гонке? 35 мГц 40 мГц 2,4 ГГц +
11. Какое напряжение должна иметь стандартная банка никель-магниевого силового аккумулятора? 1,2 V + 1,5 V 2 V
12. Расстояние между фишками в "габаритных воротах" при прохождении трассы 400 500 300
13. Протяжённость трассы в классе моделей КВАДРИКОВ 100 м + 150 м 200 м
15. За что участник заезда может получить предупреждение? - за преднамеренный срез трассы. + - за создание аварийной ситуации + - за остановку - за выезд за пределы трассы
16. С какой целью проводится технический осмотр модели ? - проверка зарядки аккумулятора - проверка соответствия моделей техническим требованиям настоящих правил + - проверка окраски моделей
17. С каким количеством моделей имеет право участвовать спортсмен в классе квадрокоптеров только с одной моделью с двумя не более чем с 3
18. Как определяется первенство в классе моделей - по наибольшему количеству кругов дистанции пройденному за 5 минут + - по наименьшему количеству кругов дистанции пройденному за 5 минут. - по наименьшему времени, затраченному на прохождение дистанции трассы

Учебно-тематический план – модель F-350

Раздел 1	Теория много моторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе. Основы техники безопасности.	81 час
Раздел 2	Сборка и настройка дрона. Учебные полёты. Техника безопасности при полётах.	147 час.
Раздел 3	Настройка, установка FPV – оборудования. Техника безопасности.	33 час.
Раздел 4	Подготовка к соревнованиям. Принцип построения дронов. Техника безопасности.	30 час.
Раздел 5	Гонка дронов парами. Техника безопасности при полёте парами.	33 час.

Содержание программы

Теория многомоторных систем. Основы управления. Полеты на стимуляторе-81 час

Электрические двигатели. Назначение, устройство, принцип действия.(15 час.)

Принципы управления и строения многомоторных систем.(15 час.)

Основы техники безопасности полетов.(3 час)

Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Техника безопасности при использовании аккумуляторов.(12 час.).

Практическое занятие с литий-полимерным аккумуляторами (9час.).

Обучение пайке. Техника безопасности (12 час).

Полеты на стимуляторе (15 час.)

Сборка и настройка дрона. Учебные полеты -147 час.

Обучение навыкам пилотирования мультимоторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами (24 час.).

Управление полетом мультимоторного аппарата. Принцип функционирования полетного контроллера и аппаратуры управления. Техника безопасности при полетах в населенных пунктах(15 час).

Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы. Распределение питания мультимоторной системы. Назначение. Принципы работы. Техника безопасности (15 час.).

Сборка рамы квадрокоптера (15 час.)

Пайка регуляторов оборотов двигателя силовой части. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке (3 час.), Пайка полетного контроллера. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке (6час.). Пайка видеооборудования. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке (6 час.)

Основы настройки полетного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.(24 час.)

Инструктаж по технике безопасности полетов (3 час.)

Первые учебные полеты: «взлет/посадка». Инструктаж (12 час).

Полеты: «удержание на заданной высоте». Перемещение «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.(12 час.)

Выполнение полетов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Техника безопасности при посадке дрона (12 час.)

Настройка, установка FPV – оборудования-33 часа.

Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка (3 часа). Настройка FPV –оборудования (3 час.) Настройка FPV- камеры (3час.). Настройка FPV –видеопередатчика (3 час.). Установка видеоприемника (3 час.).Настройка видеоприемника (6час.)

Пилотирование с использованием FPV- оборудования(12 час.).

Подготовка к соревнованиям-30 час.

Постройка трассы.(18 час) Регламенты работы (12 час)

Гонка дронов парами -33 часа

Гоночные трассы, гоночные трассы: прохождение в обратном пути (6 час.)

Гонки на выбывание формата «Doubleelimination»(9 час.)

Трасса для гоночных дронов особой сложности. Прохождение и квалификация (15 час.). Гоночные трассы (3 часа)

Календарно-тематическое планирование

Раздел ы	Наименование темы	Объем часов		МЕСЯ Ц И ЧИСЛ О	
		Всего часов	В том числе		
			ПРАКТИКА	ТЕОРИЯ	
1	2				
Раздел 1	Теория много моторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	81			
	1.Электрические двигатели. Назначение, устройство, принцип действия.	3			
	2. Электрические двигатели. Назначение, устройство, принцип действия.	3			
	3. Электрические двигатели. Назначение, устройство, принцип действия.	3			
	4. Электрические двигатели. Назначение, устройство, принцип действия.	3			
	5. Электрические двигатели. Назначение, устройство, принцип действия.	3			
	6. Принципы управления и строение многомоторных систем.	3			

	7. Принципы управления и строение многомоторных систем.	3			
	8. Принципы управления и строение многомоторных систем.	3			
	9. Принципы управления и строение многомоторных систем.	3			
	10. Принципы управления и строение многомоторных систем.	3			
	11. Основы техники безопасности полётов.	3			
	12. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Техника безопасности при использовании аккумуляторов.	3			
	13. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Техника безопасности при использовании аккумуляторов.	3			
	14. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Техника безопасности при использовании аккумуляторов.	3			
	15. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Техника безопасности при использовании аккумуляторов.	3			
	16. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение), техника безопасности. Проверка напряжения и тока.	3			
	17. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение), техника безопасности. Проверка напряжения и тока.	3			
	18. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение), техника безопасности. Проверка напряжения и тока.	3			

	19. Обучение пайке. Техника безопасности при пайке проводников. Канифоль, флюсы, назначение и принцип использования.	3			
	20. Обучение пайке. Техника безопасности при пайке проводников. Канифоль, флюсы, назначение и принцип использования.	3			
	21. Обучение пайке. Техника безопасности при пайке проводников. Канифоль, флюсы, назначение и принцип использования.	3			
	22. Обучение пайке. Техника безопасности при пайке проводников. Канифоль, флюсы, назначение и принцип использования.	3			
	23. Полёты на симуляторе. (компьютер)	3			
	24. Полёты на симуляторе. (компьютер)	3			
	25. Полёты на симуляторе. (компьютер)	3			
	26. Полёты на симуляторе. (компьютер)	3			
	27. Полёты на симуляторе. (компьютер)	3			
Раздел 2	Сборка и настройка дрона. Учебные полёты.	147			
	1. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами.	3			
	2. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами.	3			
	3. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с	3			

	пропеллерами.				
	4. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами.	3			
	5. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами.	3			
	6. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами.	3			
	7. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами.	3			
	8. Обучение навыкам пилотирования мульти-моторного носителя на примере игрушки заводской сборки. Техника безопасности при работе с пропеллерами.	3			
	9. Управление полётом мульти-моторного аппарата. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Техника безопасности при полётах в населённых пунктах.	3			
	10. Управление полётом мульти-моторного аппарата. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Техника безопасности при полётах в населённых пунктах.	3			
	11. Управление полётом мульти-моторного аппарата. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Техника безопасности при полётах в	3			

	населённых пунктах.				
	12.Управление полётом мульти-моторного аппарата. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Техника безопасности при полётах в населённых пунктах.	3			
	13.Управление полётом мульти-моторного аппарата. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. Техника безопасности при полётах в населённых пунктах.	3			
	14.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы распределения питания мульти-моторной системы. Назначение. Принцип работы. Техника безопасности.	3			
	15.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы распределения питания мульти-моторной системы. Назначение. Принцип работы. Техника безопасности.				
	16.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы распределения питания мульти-моторной системы. Назначение. Принцип работы. Техника безопасности.	3			
	17.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы распределения питания мульти-моторной системы. Назначение. Принцип работы. Техника безопасности.	3			

	18.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы распределения питания мульти-моторной системы. Назначение. Принцип работы. Техника безопасности.	3			
	19.Сборка рамы квадрокоптера.	3			
	20. Сборка рамы квадрокоптера.	3			
	21.Сборка рамы квадрокоптера.				
	22.Сборка рамы квадрокоптера.	3			
	23.Сборка рамы квадрокоптера.	3			
	24.Пайка Регуляторов оборотов двигателя, силовой части. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке.	3			
	25. Пайка полётного контроллера. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке.	3			
	26. Пайка полётного контроллера. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке.	3			

	27. Пайка видеооборудования. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке.	3			
	28. Пайка видеооборудования. Необходимые меры техники безопасности при сборке и пайке.	3			
	29. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			
	30. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			
	31. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			
	32. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			
	33. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			

	34. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			
	35. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			
	36. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления. Правила соблюдения техники безопасности при настройке и калибровки двигателей. Программное обеспечение.	3			
	37. Инструктаж по технике безопасности полетов.	3			
	38. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», инструктаж.	3			
	39. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», инструктаж.	3			
	40. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», инструктаж.	3			
	41. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», инструктаж.	3			

	42. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	3			
	43. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	3			
	44. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	3			
	45. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	3			
	46. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Техника безопасности при посадке дрона.	3			
	47. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Техника безопасности при посадке дрона.	3			
	48. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Техника безопасности при посадке дрона.	3			
	49. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Техника безопасности при посадке дрона.	3			
Раздел 3	Настройка, установка FPV – оборудования.	33			
	1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	3			

	2. Настройка FPV – оборудования	3			
	3. Настройка FPV – камеры	3			
	4. Настройка FPV – видеопередатчика	3			
	5. Установка видеоприёмника.	3			
	6. Настройка видеоприёмника	3			
	7. Настройка видеоприёмника	3			
	8. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	3			
	9. Пилотирование с использованием FPV- оборудования	3			
	10. Пилотирование с использованием FPV- оборудования	3			
	11. Пилотирование с использованием FPV- оборудования	3			
Раздел 4	Подготовка к соревнованиям	30			
	1. Постройка Трассы	3			
	2. Постройка Трассы	3			
	3. Постройка рассы	3			
	4. ПостройкаТрассы	3			
	5. ПостройкаТрассы	3			
	6. Постройка Трассы	3			

	7. Регламентные работы	3			
	8. Регламентные работы	3			
	9. Регламентные работы	3			
	10. Регламентные работы	3			
Раздел 5	Гонка дронов парами	33			
	1. Гоночные трассы	3			
	2. Гоночные трассы: прохождение в обратном пути	3			
	3. Гонки на выбывание формата «Doubleelimination»	3			
	4. Гонки на выбывание формата «Doubleelimination»	3			
	5. Гонки на выбывание формата «Doubleelimination»	3			
	6. Трасса для гоночных дронов особой сложности. Прохождение и квалификация.	3			
	7. Трасса для гоночных дронов особой сложности. Прохождение и квалификация.	3			
	8. Трасса для гоночных дронов особой сложности. Прохождение и квалификация.	3			
	9. Трасса для гоночных дронов особой сложности. Прохождение и квалификация.	3			
	10. Трасса для гоночных дронов особой сложности. Прохождение и квалификация.	3			
	11. Гоночные трассы	3			
	итого	324			

Материальное и методическое обеспечение:

В качестве дидактического раздаточного материала используется:

- шаблон
- трафарет;
- технологическая карта (изготовление моделей);
- образцы моделей, выполненных педагогом (по всем темам программы);
- методические рекомендации (см. Методическая работа педагога)
- книги (см. Список литературы).

Информационное обеспечение предполагает оснащение и содержание программы специальной, педагогической и методической литературой (См. список литературы), Интернет по вопросам автомоделирования, видеоматериалы по авиамоделированию соревнованиям различного уровня и т.д. Знания, умения и навыки, полученные на занятиях, необходимо подвергать педагогическому контролю с целью выявления качества усвоенных воспитанником знаний в рамках программы обучения и дальнейшей коррекции.

Список литературы:

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>.
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>.
3. Ефимов.Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режимдоступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>.
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf.
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
6. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>.
7. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.

Дополнительная литература

1. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
2. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим

доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>

3. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229.
 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
 4. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727.
 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P.
 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf
 5. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>
 6. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
 7. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol. 351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021
- Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA>