

Управление образования администрации
Ижморского муниципального округа
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Ижморская средняя общеобразовательная школа №1»

Принята на заседании
методического совета
от 23 мая 2023г.
протокол №15

Утверждаю
Директор организации
Токарева И.И.
23 мая 2023г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
(центра образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста»)
технической направленности
«Управление беспилотными летательными аппаратами»

Разработчик:
Куколева Е.В.,
учитель начальных классов
МБОУ «Ижморская СОШ №1»

Ижморский 2023

Содержание:

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы.....	3
1.1 Пояснительная записка.....	3
1.2 Цель и задачи программы.....	4
1.3 Содержание программы.....	5
1.4 Ожидаемые результаты.....	8
Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий.....	9
2.1 Календарный учебный график.....	9
2.2 Условия реализации программы.....	10
2.3 Формы аттестации.....	12
2.4 Оценочные материалы.....	12
2.5 Методические материалы.....	15
2.6 Список литературы.....	15

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы.

1.1 Пояснительная записка.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Управление беспилотными летательными аппаратами» разработана на основе следующих нормативно-правовых документов:

1. Закон Российской Федерации «Об образовании» (Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ);
2. Приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
3. Концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р);
4. Письмо Министерство просвещения РФ от 15 апреля 2022 года № СК-295/06 «Об использовании государственных символов Российской Федерации»;
5. Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы);
6. Постановление Государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
7. Федеральный проект «Успех каждого ребенка» (протокол заседания проектного комитета по национальному проекту «Образование» от 07 декабря 2018 г. № 3);
8. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р);
9. Устава МБОУ «Ижморская СОШ №1».

Актуальность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Управление беспилотными летательными аппаратами» направлена на привлечение учащихся к современным технологиям, 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.

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

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения 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 soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

Данная программа рассчитана на учащихся 5 – 11 классов в возрасте 12 – 17 лет.

Группа обучающихся состоит из 10 человек.

Срок реализации программы 1 год.

Уровень программы стартовый.

Занятие проводится 1 академический час в неделю по 40 – 45 мин., 34 часа в год.

Форма обучения очная.

1.2 Цель и задачи программы.

Цель: формирование у учащихся устойчивых soft-skills и hard-skills¹ по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

Задачи программы.

Образовательные задачи:

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

Развивающие задачи:

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

Воспитательные задачи:

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

1.3 Содержание программы.

Учебно-тематический план.

№ п/п	Тема	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
Раздел 1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	4,5	1,5	6
1	Вводная лекция о содержании курса.	1	0	1
2	Принципы управления и строение квадрокоптеров.	1	0	1
3	Основы техники безопасности полётов.	1	0	1
4	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	1	0	1
5	Технология пайки. Техника безопасности.	0,5	0,5	1
6	Полёты на симуляторе.	0	1	1
Раздел 2	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	4,5	11,5	16
7	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки.	0,5	0,5	1
8	Управление полётом квадрокоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	0,5	0,5	1
9	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	1	0	1
10	Сборка рамы квадрокоптера.	0,5	0,5	1
11	Пайка ESC, BEC и силовой части.	0,5	0,5	1
12	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления.	0,5	0,5	1
13	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	0	1
14 - 15	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка».	0	2	2
16 - 18	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-	0	3	3

	вправо». Разбор аварийных ситуаций.			
19 - 22	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	0	4	4
Раздел 3	Настройка, установка FPV – оборудования.	1	5	6
23	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	1	0	1
24	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	0	1	1
25 - 28	Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	0	4	4
Раздел 4	Работа в группах над инженерным проектом.	1	5	6
29	Принципы создания инженерной проектной работы.	0,5	0,5	1
30	Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	0,5	0,5	1
31 - 34	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». Проект «Символика РФ, Кемеровской области, Ижморского района».	0	4	4

Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.

1. *Теория.* Вводная лекция о содержании курса.

2. *Теория.* Принципы управления и строение вадрокоптеров.

Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами.

Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.

3. *Теория.* Техника безопасности полётов.

Техника безопасности при работе с мультироторными системами.

4. *Теория.* 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.

5. *Теория.* Технология пайки. Техника безопасности.

Практика. Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем.

6. *Практика.* Полёты на симуляторе.

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

Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.

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

Практика. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования.

2. *Теория.* Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.

Практика. Пайка двигателей и регуляторов.

3. *Теория.* Сборка рамы квадрокоптера.

Практика. Сборка рамы квадрокоптера.

4. *Теория.* Платы разводки питания: общее устройство, характеристики.

Практика. Пайка ESC, BEC и силовой части.

5. *Теория.* Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера.

Настройка Аппаратуры управления.

Практика. пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.

6. *Теория.* Настройки полётного контроллера.

Практика. Настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

7. *Теория.* Инструктаж по технике безопасности полетов.

8. *Практика.* Первые учебные полёты. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо».

9. *Практика.* Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облёт по кругу». Разбор аварийных ситуаций.

Раздел 3. Настройка, установка FPV – оборудования.

1. *Теория.* Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.

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

2. *Практика.* Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.

Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы.

3. *Практика.* Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом.

1. *Теория.* Принципы создания инженерной проектной работы.

Практика. Основы планирования проектной работы.

2. *Теория.* Основы 3D-печати и 3D-моделирования.

Практика. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

3. *Практика.* Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система». Подготовка презентации собственной проектной работы.

1.4 Ожидаемые результаты.

Предметные:

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

Метапредметные:

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

Личностные:

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

Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий.

2.1 Календарный учебный график

Реализация	Наименование темы	Кол-во часов
	Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	6
сентябрь	Вводная лекция о содержании курса.	1
сентябрь	Принципы управления и строение квадрокоптеров.	1
сентябрь	Основы техники безопасности полётов.	1
сентябрь	Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.	1
октябрь	Технология пайки. Техника безопасности.	1
октябрь	Полёты на симуляторе.	1
	Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	16
октябрь	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки.	1
октябрь	Управление полётом квадрокоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	1
ноябрь	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	1
ноябрь	Сборка рамы квадрокоптера.	1
ноябрь	Пайка ESC, BEC и силовой части.	1
ноябрь	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления.	1
декабрь	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1
декабрь	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка».	1
декабрь	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка».	1
декабрь	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1
январь	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1
январь	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1
январь	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	1
январь	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	1
февраль	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	1

февраль	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	1
	Раздел 3. Настройка, установка FPV – оборудования.	6
февраль	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	1
февраль	Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования.	1
март	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	1
март	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	1
март	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	1
апрель	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	1
	Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом.	6
апрель	Принципы создания инженерной проектной работы.	1
апрель	Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	1
апрель	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	1
май	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	1
май	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	1
май	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	1

2.2 Условия реализации программы.

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

Методы обучения:

1. По источнику полученных знаний;
2. По способу организации познавательной деятельности:
 - развивающее обучение;
 - дифференцированное обучение;
 - игровые методы.

Средства обучения:

1. Учебно-методический план;
2. Видеохостинг Youtub, VK;
3. Методические разработки;
4. Дидактические материалы.

Материальное обеспечение и оборудование:

Для проведения занятий по программе необходим кабинет для занятий, с оборудованными 12 ученическими рабочими местами и одним рабочим местом педагога.

Каждое ученическое рабочее место включает в себя:

- парту или стол на 2 ученика;
- стул (по количеству обучающихся);
- компьютер, удовлетворяющий системным требованиям, с установленным ПО (Autodesk Fusion 360) и доступом в интернет.

Рабочее место педагога должно включать в себя:

- стол;
- стул;
- ноутбук, удовлетворяющий системным требованиям, с установленным ПО (Autodesk Fusion 360, GEOSCAN PIONEER, TRIK STUDIO) и доступом в интернет;
- колонками.

Кабинет должен быть оснащён:

- магнитной маркерной доской;
- проектором с экраном;
- 3D принтер.

Расходные материалы:

- пластик для принтера – 2 катушки.

Программные средства:

Технические:

1. Компьютерный класс (12 ноутбуков + ноутбук преподавателя);
2. Мультимедийное оборудование (проектор, экран);
3. Набор для сборки квадрокоптера (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы);
4. Комплект для полетов от первого лица. Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.);
5. Комплект для программирования коптера. Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО);
6. Квадрокоптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования «PIONEER MINI»;
7. Фотокамера для установки на квадрокоптер;
8. Квадрокоптер «PIONEER» с доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов;
9. Полоса препятствий для практических занятий по пилотированию квадрокоптера.

Программное обеспечение:

- офисное программное обеспечение GEOSCAN PIONEER ;

- программное обеспечение для трёхмерного моделирования (Autodesk Fusion 360);
- графический редактор.

Расходные материалы:

- бумага А4 для рисования и распечатки;
- бумага А3 для рисования;
- набор простых карандашей — по количеству обучающихся;
- набор чёрных шариковых ручек — по количеству обучающихся;
- клей ПВА — 2 шт.;
- клей-карандаш — по количеству обучающихся;
- скотч прозрачный/матовый — 2 шт.;
- скотч двусторонний — 2 шт.;
- картон/гофрокартон для макетирования — 1200*800 мм, по одному листу на двух обучающихся;
- нож макетный — по количеству обучающихся;
- лезвия для ножа сменные 18 мм — 2 шт.;
- ножницы — по количеству обучающихся;
- коврик для резки картона — по количеству учащихся;
- PLA-пластик 1,75 REC.

2.3 Формы аттестации.

Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

2.4 Оценочные материалы.

Входная диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		

Полное отсутствие представлений о данном направлении	Имеются представления о данном направлении	Знание технологии изготовления квадрокоптера
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологией</i>		
Незнание терминологии изучаемого курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки предусмотренные программой</i>		
Неумение пользоваться (слабое умение) пользоваться колющими и режущими инструментами, клеящими составами; неумение пользоваться инструкционно-технологическими картами	Умеет правильно пользоваться распространенными инструментами, имеет представление о пользование инструкционно-технологической картой. Имеются небольшие навыки работы с природным материалом, с пряжей, нитками	Умение правильно пользоваться инструментами, умение работать с инструкционно-технологической картой. Имеются навыки работы с природным материалом, с пряжей
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Отсутствия творчества в работе	Небольшие проявления творчества в освоении учебного материала	Умеренное проявление творчества в освоении учебного материала
<i>Критерии 5: Самостоятельность</i>		
Неумение работать самостоятельно	Эпизодические применения самостоятельности работы	Периодическое применения самостоятельности в работе
Текущая диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Отсутствие знаний (слабые знания) технологии изготовления изделий, незнание правил обращения со специальными инструментами	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание технологии изготовления изделия
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологии</i>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>		
Слабое умение пользоваться специальными инструментами, слабые навыки работы с инструкционно-технологическими картами, слабые навыки выполнения изделий	Умение правильно пользоваться большей частью специальных инструментов, умение выполнять изделия при небольшой поддержке педагога	Уверенная работа с инструкционно-технологической картой; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов, прочные умения и навыки работы
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		

Отсутствие творчества в работах	Сочетание репродуктивных и творческих навыков	Выдвижение новых идей, стремление их воплотить в своей работе
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>		
Неумение работать самостоятельно	Сочетание навыков самостоятельной работы под руководством и контролем педагога	Стремление как можно чаще проявлять самостоятельность в работе
Итоговая диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Слабое знание технологии изготовления изделий, слабое знание правил безопасности труда	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание изготовления изделий
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологии</i>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Отсутствие пробелов в знании терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>		
Допускает ошибки в технологии изготовления изделий, неаккуратность в работе, ошибки в обращении со специальными инструментами, слабые навыки работа с технологической картой	Умение разрабатывать собственные эскизы изделия, допускаются незначительные ошибки в технологии изготовления изделия, наличие навыков аккуратности, экономичности в работе с материалами, соблюдение правил техники безопасности под контролем педагога	Уверенная работа с технологической картой; умение разрабатывать собственный эскиз изделия и технологию его изготовления; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Слабые проявления творчества	Умеренные проявления творчества в работе	Проявление индивидуального творческого подхода к выполнению любого изделия
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>		
Слабые навыки самостоятельной работы	Умеренное проявление самостоятельности в работе	Высокоразвитое умение самостоятельно, без помощи педагога, выполнять изделия

2.5 Методические материалы.

В ходе работы используются следующие **методы**:

1. устного изложения, позволяющий в доступной форме донести до учащихся сложный материал;
2. Практический;
3. Игровой;
4. Частично-поисковый;
5. Исследовательский;

Дидактический материал:

1. Видео;
2. Презентация;
3. Карточки с описанием хода работы, схемы сборки и т.д.

Формы контроля:

1. фронтальный и индивидуальный устный опрос;
2. рефлексивный самоанализ, контроль и самооценка учащихся;
3. взаимооценка учащимися работ друг друга;
4. защита проекта.

2.6 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> (дата обращения 31.10.2016).
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения 31.10.2016).
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 31.10.2016).
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_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> (дата обращения 31.10.2016).
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.

8. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>

<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

9. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html.

10. Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПИУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика

https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM.