

Муниципальное автономное учреждение дополнительного образования
детский оздоровительно-образовательный центр

Принята на заседании
педагогического совета МАУДО ДООЦ
Протокол № 3 от 24.06.2024 г.

Утверждаю:
Директор МАУДО ДООЦ
_____ С.Б. Еремеев
Приказ № 59-д от 25.06 2024 г.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа технической направленности
«Беспилотный транспорт»**

Возраст обучающихся: 12-18 лет
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:
Кожевников Александр Евгеньевич,
педагог дополнительного образования

Пояснительная записка.

Программа «Беспилотный транспорт» составлена в соответствии с нормативно-правовыми основаниями для разработки общеобразовательной общеразвивающей программы дополнительного образования детей.

Нормативные документы:

1. Федеральный Закон от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (далее – ФЗ);
2. Федеральный закон Российской Федерации от 14.07. 2022 № 295-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»;
3. Федеральный закон РФ от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» (в редакции 2013 г.);
4. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р;
5. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р);
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи" (далее – СанПиН);
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2 "Об утверждении санитарных правил и норм»;
8. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
9. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 05.05.2018 № 298 "Об утверждении профессионального стандарта "Педагог дополнительного образования детей и взрослых";
10. Письмо Минобрнауки России № 09-3242 от 18.11.2015 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);
11. Письмо Минобрнауки России от 28.08.2015 № АК-2563/05 "О методических рекомендациях" (вместе с "Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ".
12. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 октября 2015 г. № 08-1786 «О рабочих программах учебных предметов».
13. Приказ Министерства образования и молодежной политики Свердловской области от 30.03.2018 г. № 162-Д «Об утверждении Концепции развития образования на территории Свердловской области на период до 2035 года».
14. Приказ Министерства образования и молодежной политики Свердловской области от 29.06.2023 г. № 785-Д «Об утверждении Требований к условиям и порядку оказания государственной услуги в социальной сфере;
15. Устав и локальные акты МАУДО ДООЦ.

Направленность (профиль) программы – техническая.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности образования детей «Беспилотный транспорт» предназначена для получения базовых знаний о проектировании и моделировании, умении самостоятельно работать с различными видами конструирующих и моделирующих материалов.

Актуальность программы: настоящая программа интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в беспилотном транспорте (БТ). Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотников, принципы работы всех их систем, а также управления беспилотным транспортом.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БТ.

Отличительные особенности программы: в программе объединены: начальное инженерное проектирование, программирование микроконтроллеров и микропроцессоров и отведена доля на спортивную деятельность радиоуправления моделями дронов, знакомство с актуальными и передовыми технологиями.

Адресат программы: дети 12-18 лет.

Возрастные особенности детей:

Возраст обучающихся в творческом объединении, на который ориентирована данная дополнительная общеобразовательная программа (дополнительная общеразвивающая программа), 12-18 лет.

В средний школьный возраст - самый благоприятный для творческого развития. В этом возрасте учащимся нравится решать проблемные ситуации, находить сходство и различие, определять причину и следствие. Ребятам интересны внеклассные мероприятия, в ходе которых можно высказать свое мнение и суждение. Самому решать проблему, участвовать в дискуссии, отстаивать и доказывать свою правоту. Особое значение для подростка в этом возрасте имеет возможность самовыражения и самореализации.

У старшеклассников происходит существенное изменение самосознания — повышается значимость собственных ценностей, частные самооценки собственных качеств личности перерастают в целостное отношение к себе. Старшеклассники отличаются высоким уровнем обобщения и абстрагирования, произвольностью и устойчивостью внимания, долговременной и логической памятью. В этом возрасте ярко проявляются доминирующие мотивы обучения.

Состав детского творческого объединения – постоянный, при наборе соблюдается принцип добровольности.

Условия приема: Набор обучающихся в группы ведется с учетом их возраста и склонности к технической области знаний.

Принципы формирования учебных групп: Формирование учебных групп производится с учетом пожелания родителей и обучающихся (обучающиеся одной общеобразовательной школы, друзья и т.п.)

Объем и срок освоения программы:

Программа рассчитана на 1 года обучения при постоянном составе детей.

Режим занятий:

4 учебных часа в неделю (2 занятия по 2 часа)

Объем программы: 152 часа (1 года)

1 год обучения – 152 учебных часа (38 недель)

Уровень: базовый

Формы обучения: очная, очно/заочная, заочная

Перечень форм обучения: фронтальная, индивидуальная, индивидуально-

групповая, групповая, с использованием дистанционных технологий и т.п. Форма обучения, как дидактическая категория, означает внешнюю сторону организации учебного процесса. Она зависит от целей, содержания, методов и средств обучения, материальных условий, состава участников образовательного процесса и других его элементов.

Перечень видов занятий: беседа, лекция, практическое занятие, семинар, лабораторное занятие, круглый стол, тренинг, мастер-класс, экскурсия, открытое занятие, дистанционные занятия на платформах онлайн обучения и др.

Перечень форм подведения итогов реализации дополнительной общеразвивающей программы: беседа, семинар, мастер-класс, спектакль, творческий отчет, фестиваль, презентация, практическое занятие, открытое занятие, беседа и т.д.

Особенности образовательного процесса:

Образовательный процесс организован в соответствии с учебным планом объединения обучающихся по интересу к техническому творчеству.

1 Группа: 15 человек

Состав групп постоянный.

Творческое объединение охватывает основные приемы работы с беспилотным транспортом, полеты на симуляторе, сбор и настройка беспилотников, установка и настройка FPV оборудования, а также программирование мультироторных БПЛА.

Цель программы: формирование у учеников устойчивых знаний и навыков по таким дисциплинам, как:

- аэродинамика (что актуально как для воздушных, так и для наземных дронов) и конструирование беспилотных аппаратов;
- основы радиоэлектроники и схемотехники;
- программирование микроконтроллеров;
- эксплуатация и управление БТ.

Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, расширяющей кругозор образованность ребенка.

Задачи программы:

Обучающие:

- Воспитание интереса к технике и технологиям;
- Развитие воображения и пространственного мышления;
- Воспитание трудолюбия, развитие трудовых умений и навыков;
- Расширение политехнического кругозора, умения планировать работу для реализации замысла, предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- Развитие умения планировать свои действия с учетом фактора времени в обстановке с элементами конкуренции;
- Повышение сенсорной чувствительности, развитие мелкой моторики и синхронизации работы обеих рук за счёт обучения сборке и управлению беспилотными аппаратами;
- Ознакомление детей с духом научно-технического соревнования;
- Обучение детей проектированию, сборке и программированию беспилотных летательных аппаратов, использованию современных средств автоматического контроля и управления для создания интеллектуального БТ;
- Самореализация личности обучающегося;
- Развитие творческих способностей обучающегося.

Развивающие:

- Содействовать развитию креативных способностей и логического мышления детей;
- Сформировать образное мышление и умение выразить свой замысел;
- Развивать образное и пространственное мышление, фантазию, творческую активность, а также моторику рук, последовательность в выполнении действий;
- Стимулировать интерес к экспериментированию и конструированию как содержательной поисково-познавательной деятельности.

Воспитательные:

- Воспитывать внимание, аккуратность, целеустремленность;
- Способствовать овладению коммуникативной компетенции на основе организации совместной продуктивной деятельности, прививать навыки работы в группе, в парах.

Планируемые результаты: образовательная программа дает каждому обучающемуся по результатам ее прохождения возможность овладения всеми заявленными компетенциями и выполнения проектной работы по созданию беспилотной авиационной системы. Формой отчетности является успешное выполнение всех практических задач, последующая защита собственного реализованного проекта.

I. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В ходе реализации программы, обучающиеся изучают устройство беспилотников, электротехнику, пайку и программирование микроконтроллеров и микропроцессоров. В ходе работы они получают опыт работы с инструментом, а также опыт в управлении беспилотной моделью.

Разделы	Темы	Теория	Практика	Всего час.
Блок 1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Практика на симуляторах.	5	12	17
Блок 2	Сборка и настройка беспилотников. Учебные полёты/поездки	10	23	33
Блок 3	Настройка, установка FVP-оборудования. Полёты/поездки от первого лица.	7	20	27
Блок 4	Программирование мультироторных беспилотников.	7	36	53
Блок 5	Работа в группах над инженерным проектом.	2	26	28
	Итоговая аттестация	-	4	4
	Итого:	31	121	152

II. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

1. Учебно-тематический план

Раздел	Наименование темы	Объём часов		
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
1	2	3	4	5
Блок 1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Практика на симуляторах.	17	5	12
1	Вводная лекция о содержании курса.	1	1	-
2	Принципы управления и строение беспилотников.	4	1	3
3	Основы техники безопасности.	1	1	-

4	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	1	1	-
5	Практическое занятия с литийполимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение).	3	-	3
6	Технология пайки. Техника безопасности	1	1	-
7	Обучение пайке.	7	-	7
8	Полёты на симуляторе.	9	-	9
Блок 2	Сборка и настройка беспилотников. Учебные полёты/поездки	33	10	23
1	Знакомство с приборами управления и управление беспилотником.	3	2	1
2	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Серводвигатели и моторы. Платы разводки питания.	5	4	-
3	Сборка корпуса БТ.	4	-	4
1	2	3	2	5
4	Пайка ESC, ВЕС и силовой части.	5	-	5
5	Основы настройки контроллеров с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	6	3	1
6	Настройки контроллера.	5	2	3
7	Инструктаж по технике безопасности.	1	1	-
8	Первые учебные полёты/поездки. Разбор аварийных ситуаций.	8	-	8
9	Сложные элементы учебных и практических полётов/поездки.	8	-	8
Блок 3	Настройка, установка FPV- оборудования.	27	7	20
1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	9	2	7
2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	9	2	7
3	Пилотирование с использованием FPVоборудования	22	3	20
Блок 4	Программирование мультироторных беспилотников.	53	7	16
1	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	20	10	16
2	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	33	10	20
Блок 5	Работа в группах над инженерным проектом.	28	2	26
1	Принципы создания инженерной проектной работы.	8	2	6

2	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	12	-	12
3	Подготовка презентации собственной проектной работы.	8	-	8
Итоговая аттестация				
1	Презентация и защита группой собственного проекта.	4	-	4
	Итого:	152	41	111

Формы аттестации.

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов:

- диагностика, проводимая по окончании каждого занятия, усвоенных детьми умений и навыков, правильности выполнения учебного задания (справился или не справился);
- фото и видео;
- журнал посещаемости;
- выполненная работа.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов:

- готовая работа;
- диагностическая карта;
- соревнования, конкурсы;
- открытое занятие;
- проекты.

Оценочные материалы.

Диагностика

Мониторинг освоения детьми Программы проводится руководителем, 2 раза в год (в середине и в конце учебного года) и определяется с помощью устного опроса, тестирования, наблюдения. Тестирование в совокупности с наблюдением педагога за обучающимися оценивается по трем уровням: высокий уровень (В), средний уровень (С), низкий уровень (Н). в конце каждого учебного года можно проследить динамику усвоения и успеваемости каждого обучающегося.

Уровни развития:

-Навыки настройки и подготовки программы.

Высокий: может самостоятельно, быстро и без ошибок выбрать необходимые настройки.

Средний: может самостоятельно, но медленно, без ошибок выбрать необходимую настройку, присутствуют неточности.

Низкий: не может без помощи воспитателя выбрать необходимую

настройку.

- Умение правильно моделировать по замыслу

Высокий: ребенок самостоятельно создает развернутые замыслы конструкции, может рассказать о своем замысле, описать ожидаемый результат.

Средний: способы конструктивного решения находит в результате практических поисков. Может создать условную символическую конструкцию, но затрудняется в объяснении ее особенностей.

Низкий: неустойчивость замысла – ребенок начинает создавать один объект, а получается совсем иной и довольствуется этим. Объяснить способ построения ребенок не может.

- Умение моделировать по образцу и по схеме:

Высокий: может самостоятельно, быстро и без ошибок моделировать по образцу.

Средний: может самостоятельно, исправляя ошибки, в среднем темпе моделировать по образцу, иногда с помощью педагога

Низкий: не видит ошибок при моделировании по образцу, может проектировать только под контролем педагога.

- Умение моделировать по пошаговой схеме:

Высокий: может самостоятельно, быстро и без ошибок моделировать по пошаговой схеме.

Средний: может моделировать по пошаговой схеме в медленном темпе исправляя ошибки под руководством педагога.

Низкий: не может понять последовательность действий при моделировании по пошаговой схеме, может моделировать по схеме только под контролем педагога.

Формы организации образовательного процесса:

индивидуально-групповая и групповая.

Формы организации учебного занятия:

- беседа (получение нового материала);
- самостоятельная деятельность (дети выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или одного-двух занятий);
- познавательная игра;
- просмотр видео материалов, презентаций;
- задание по образцу (с использованием инструкции), по чертежам и схемам, условиям, замыслу;
- самостоятельная деятельность (дети выполняют индивидуальные задания в течение одного-двух занятий);
- викторины;
- разработка творческих проектов и их презентация;

- соревнование (практическое участие детей в разнообразных мероприятиях по техническому конструированию);
- творческое моделирование;
- выставка работ.

Форма организации образовательной деятельности может варьироваться педагогом и выбирается с учетом той или иной темы.

Педагогические технологии:

- технология индивидуализации обучения;
- технология группового обучения;
- технология коллективного взаимообучения;
- технология модульного обучения;
- технология дифференцированного обучения;
- технология разно уровневого обучения;
- технология развивающего обучения;
- технология проблемного обучения;
- технология проектной деятельности;
- технология игровой деятельности;
- коммуникативная технология обучения;
- технология коллективной творческой деятельности;
- здоровье сберегающая технология.

Условия реализации программы

Материально – техническое обеспечение программы:

- учебный класс;
- компьютер преподавателя;
- ноутбуки (6 шт.);
- паяльное оборудование (5 шт.);
- Квадрокоптер типа FPV (4 шт.);
- Квадрокоптер DJI (3 шт.);
- Зарядная станция (2 шт.);
- Шлем FPV (4 шт.);
- Аппаратура управления (4 шт.);
- программаторы для микроконтроллеров (2 шт.);
- наборы для сборки (Arduino (2 шт.);
- стул ученический (10 шт.);
- стол ученический (5 шт.);
- стол компьютерный (1 шт.);
- кресло компьютерное (1 шт.).

Информационное обеспечение:

- вспомогательная литература; ▪ интернет.

Кадровое обеспечение: педагог дополнительного образования.
Педагогический стаж не менее 3 лет.

Для полноценной реализации программы необходимо:

- обеспечить обучающихся необходимой учебной и методической литературой;
- создать условия для безопасных учебных полётов в помещении; □
- создать условия для разработки проектов; □
- обеспечить удобным местом для индивидуальной и групповой работы; □
- обеспечить обучающихся аппаратными и программными средствами.

Программные средства:

- Операционная система.
- Наземная станция (программа для настройки полётных контроллеров и получения полётной телеметрии в случае применения радиомодема.

Психолого-педагогические условия реализации программы

Для успешной реализации дополнительной общеразвивающей программы должны быть обеспечены следующие психолого-педагогические условия:

- Уважение взрослых к человеческому достоинству детей, формирование и поддержка их положительной самооценки, уверенности в собственных возможностях и способностях;
- Использование в образовательной деятельности форм и методов работы с детьми, соответствующих их возрастным и индивидуальным особенностям (недопустимость как искусственного ускорения, так и искусственного замедления развития детей);
- Построение образовательной деятельности на основе взаимодействия взрослых с детьми, ориентированного на интересы и

возможности каждого ребенка и учитывающего социальную ситуацию его развития;

- Поддержка взрослыми положительного, доброжелательного отношения детей друг к другу и взаимодействия детей друг с другом в разных видах деятельности;
- Поддержка инициативы и самостоятельности детей в специфических для них видах деятельности;
- Возможность выбора детьми материалов, видов активности, участников совместной деятельности и общения;
- Поддержка родителей (законных представителей) в воспитании детей, охране и укреплении их здоровья, вовлечение семей непосредственнообразовательную деятельность.

Алгоритм учебного занятия:

Блоки	Этапы	Этап учебного занятия	Задачи этапа	Содержание деятельности
Подготовительный	1	Организационный	Подготовка детей к работе на занятии	Организация начала занятия, создание психологического настроения на учебную деятельность и активизация внимания
	2	Проверочный	Установление правильности и осознанности выполнения домашнего задания (если таковое было), выявление пробелов и их коррекция	Проверка домашнего задания (творческого, практического), проверка усвоения знаний предыдущего занятия
Основной	3	Подготовительный (подготовка к новому содержанию)	Обеспечение мотивации и принятие детьми цели учебно-познавательной деятельности	Сообщение темы, цели учебного занятия и мотивация учебной деятельности детей (например, эвристический вопрос, познавательная задача, проблемное задание детям)
	4	Усвоение новых знаний и способов действий	Обеспечение восприятия, осмысления и первичного запоминания связей и	Использование заданий и вопросов, которые активизируют познавательную деятельность детей

			отношений в объекте изучения	
	5	Первичная проверка понимания изученного	Установление правильности и осознанности усвоения нового учебного материала, выявление ошибочных или спорных представлений и их коррекция	Применение пробных практических заданий, которые сочетаются с объяснением соответствующих правил или обоснованием
	6	Закрепление новых знаний, способов действий и их применение	Обеспечение усвоения новых знаний, способов действий и их применения	Применение тренировочных упражнений, заданий, которые выполняются самостоятельно детьми
	7	Обобщение и систематизация знаний	Формирование целостного представления знаний по теме	Использование бесед и практических заданий
	8	Контрольный	Выявление качества и уровня овладения знаниями, самоконтроль и	Использование тестовых заданий, устного (письменного) опроса, а также заданий различного уровня сложности

			коррекция знаний и способов действий	(репродуктивного, творческого, поисково-исследовательского)
Итоговый	9	Итоговый	Анализ и оценка успешности достижения цели, определение перспективы последующей работы	Педагог совместно с детьми подводит итог занятия
	10	Рефлексивный	Мобилизация детей на самооценку	Самооценка детьми своей работоспособности, психологического состояния, причин некачественной работы, результативности работы, содержания и полезности учебной работы
	11	Информационный	Обеспечение понимания цели, содержания домашнего задания, логики дальнейшего занятия	Информация о содержании и конечном результате домашнего задания, инструктаж по выполнению, определение места и роли данного задания в системе последующих занятий

Список используемой литературы

Нормативно-правовая база:

1. Федеральный Закон от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (далее – ФЗ);
2. Федеральный закон Российской Федерации от 14.07. 2022 № 295-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации»;
3. Федеральный закон РФ от 24.07.1998 № 124-ФЗ «Об основных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» (в редакции 2013 г.);
4. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р;
5. Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года (распоряжение Правительства РФ от 29 мая 2015 г. № 996-р);
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи" (далее – СанПиН);
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. № 2 "Об утверждении санитарных правил и норм»;
8. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
9. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 05.05.2018 № 298 "Об утверждении профессионального стандарта "Педагог дополнительного образования детей и взрослых";
10. Письмо Минобрнауки России № 09-3242 от 18.11.2015 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);
11. Письмо Минобрнауки России от 28.08.2015 № АК-2563/05 "О методических рекомендациях" (вместе с "Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ".
12. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 октября 2015 г. № 08-1786 «О рабочих программах учебных предметов».
13. Приказ Министерства образования и молодежной политики Свердловской области от 30.03.2018 г. № 162-Д «Об утверждении Концепции развития образования на территории Свердловской области на период до 2035 года».
14. Приказ Министерства образования и молодежной политики Свердловской области от 29.06.2023 г. № 785-Д «Об утверждении Требований к условиям и порядку оказания государственной услуги в социальной сфере;
15. Устав и локальные акты МАУДО ДООЦ.

Литература для педагога:

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Моло-дежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э.
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8.
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: <http://habrahabr.ru/post/227425/>
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига 2010.
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. №3.
6. Колесников К.С., Механика в техническом университете. В 8 т. Т. 1. Курс теоретической механики. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.736 с. Beard R.W. Quadrotor Dynamics and Control. Brigham Young University, October 3, 2008.
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. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014.
9. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21.
10. 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.
11. 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.
12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT:
<http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>
13. 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.

Интернет-ресурсы:

1. <http://standart.edu.ru> [Сайт Федерального Государственного образовательного стандарта];
2. <http://school-collection.edu.ru> [Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов];
3. <http://pedsovet.su> [Сайт сообщества взаимопомощи учителей]

4. <http://festival.1september.ru> [Фестиваль педагогических идей «Открытый урок»];
5. <http://bibliofond.ru> [Электронная библиотека «Библиофонд»];
6. <http://www.examen.ru> [Сайт «Экзамен.ru»];
7. <http://nsportal.ru> [Портал проекта для одаренных детей «Алые паруса»];
8. <http://videouroki.net> [Портал «Видеоуроки в сети Интернет»];
9. www.pedakademy.ru [Сайт «Педагогическая академия»];
10. <http://metodsovet.su> [Методический портал учителя «Методсовет»];
11. www.rusolymp.ru [Сайт Всероссийской олимпиады школьников по предметам];

Литература для обучающихся (родителей):

1. Дроны и их пилотирование. С чего начать Автор Н.Л. Астрахова 2021
2. Твой первый квадрокоптер Автор Валерий Станиславович Яценков 2019
3. Беспилотники: автомобили, дроны Автор Антти Суомалайнен 2015
4. Конструируем роботов. Дроны. Автор Джон Бейктал 2018
5. Теория дронов Автор Грегуар Шамаю 2015