

**МКУ «УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ МЕСТНОЙ АДМИНИСТРАЦИИ
ЧЕГЕМСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА»
Кабардино-Балкарской Республики**

**Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение «Средняя
общеобразовательная школа им. Гижгиева З.И.» с.п. Хушто-Сырт**

СОГЛАСОВАНО

на заседании Педагогического совета
МКОУ СОШ с.п. Хушто-Сырт
Протокол от « 20 » 06 2023 г. № 54

УТВЕРЖДАЮ
Директор МКОУ СОШ с.п. Хушто-Сырт
Тохаева О.В.
Приказ № 100 от 21.06 2023 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Основы программирования на языке Python на примере программирования
беспилотного летательного аппарата»**

Направленность программы: техническая

Уровень программы: стартовый

Вид программы: модифицированный

Адресат: 10-17 лет

Срок реализации: 1 год, 72 часа

Форма обучения: очная

Автор: Тохаева Ольга Владимировна - педагог дополнительного образования

Раздел 1: Комплекс основных характеристик программы

Пояснительная записка

Направленность: техническая

Уровень программы: стартовый

Вид программы: модифицированный

Нормативно-правовая база, на основе которой разработана программа:

Программа составлена с учётом следующих нормативных документов:

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 31.07.2020 N 304-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" по вопросам воспитания обучающихся".
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 27 июля 2022 г. N 629 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 г № 678-р « Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года»;
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. № 996-р);
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 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»;
- Приказ Министерства образования и науки РФ от 23.08.2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
- Распоряжение Правительства КБР от 26.05.2020 г. №242-рп «Об утверждении Концепции внедрения модели персонифицированного дополнительного образования детей в КБР».
- Приказ Минпросвещения КБР от 14.09.2022 г. №22/756 «Об утверждении Правил персонифицированного финансирования дополнительного образования детей в КБР».
- Приказ Минпросвещения КБР от 30.09.2019г. № 855 «О создании Центров образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста» в Кабардино-Балкарской Республике в 2020 году».

- Письмо Минпросвещения КБР от 02.06.2022 г №22-01-32/4896 «Методические рекомендации по разработке и реализации дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ (включая разноуровневые и модульные)».
- Постановление Местной администрации Чегемского муниципального района от 28.08.2020 г. № 1021-па «Об утверждении Положения о персонифицированном дополнительном образовании детей в Чегемском муниципальном районе».
- Приказ Минтруда России от 22.09.2021 N 652н "Об утверждении профессионального стандарта "Педагог дополнительного образования детей и взрослых" (Зарегистрировано в Минюсте России 17.12.2021 N 66403);
 - Устав образовательной организации МКОУ СОШ с.п.Хушто-Сырт.

Актуальность:

Программа «Основы программирования на языке Python на примере программирования беспилотного летательного аппарата» реализуется в рамках проекта «Точка роста». Актуальность программы заключается в том, что предлагает развитие ребенка в самых различных направлениях: конструкторское мышление, художественно-эстетический вкус, образное и пространственное мышление. Все это необходимо современному человеку, чтобы осознать себя гармонично развитой личностью.

Новизна:

Новизна программы заключается в особом подборе содержания, ориентированном на знания языка Python, освоение которых позволит подготовить учащихся в последующем к изучению программ.

Отличительные особенности:

В работе с детьми особое внимание уделено освоению языка программирования Python, приемов написания программ, практических навыков по их регулированию и запуску. Программа личностно-ориентирована и составлена так, чтобы каждый обучающийся имел возможность свободно выбрать конкретный объект работы, наиболее интересный и приемлемый для него.

Педагогическая целесообразность:

состоит в том, что данная программа позволит выявить заинтересованных обучающихся, проявивших интерес к знаниям, оказать им помощь в формировании устойчивого интереса к беспилотным летательным аппаратам и пилотируемым полетам. Обучение детей основам авиамоделирования и вовлечение их в такой вид деятельности мотивирует обучающихся к изучению определенных дисциплин в школе с большей заинтересованностью, поскольку дает возможность применить теоретические знания на практике. А в дальнейшем ориентирует их на занятия спортивным авиамоделизмом, что развивает в них стремление к лидерству, волю к победе, упорство в достижении поставленной цели, а выполнение разрядных нормативов способствует самооценке их труда.

Адресат: Программа предназначена для учащихся (10-17 лет).

Срок реализации: 1 год, 36 недель, 72 часа.

Режим занятий: Количество часов в неделю 2 часа: 1 раз по 2 час.
Продолжительность занятия 40 минут, перерыв на отдых 10 минут.

Наполняемость группы: Формируются одновозрастные или разновозрастные группы, численностью от 15 до 18 человек.

Форма обучения: очная

Формы занятий:

- индивидуальная
- групповая
- фронтальная

Цель программы:

освоение Hard- и Soft-компетенций обучающимися в области программирования и аэротехнологий через использование кейс-технологий.

Задачи программы:

Личностные:

- критически относиться к информации и избирательность её восприятия;
- осмыслить мотивы своих действий при выполнении заданий;
- развить любознательность, сообразительность при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развить внимательность, настойчивость, целеустремлённость, умение преодолевать трудности;
- развить самостоятельность суждений, независимость и нестандартность мышления;
- освоить социальные нормы правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;
- сформировать коммуникативные компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися.

Предметные:

В результате освоения программы обучающиеся должны знать:

- основные алгоритмические конструкции;
- принципы построения блок-схем;
- принципы структурного программирования на языке Python;
- составлять алгоритмы для решения прикладных задач;
- реализовывать алгоритмы на компьютере в виде программ, написанных на языке Python;
- применять библиотеку Tkinter;
- отлаживать и тестировать программы, написанные на языке Python;
- настраивать БПЛА;
- представлять свой проект.

Метапредметные:

- уметь принимать и сохранять учебную задачу;
- уметь планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- уметь ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- уметь осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;

Учебный план

№ п/п	Наименование раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Введение в образовательную программу, техника безопасности	1	1	-	Тестирование
2	Основы языка Python. Примеры на языке Python с разбором конструкций: циклы, условия, ветвления, массивы, типы данных	4	2	2	Тестирование
3.	Кейс 1. «Угадай число»	9	3	6	Демонстрация решений кейса Творческие задания (подготовка проектов и их презентация).
3.1	Введение в искусственный интеллект. Примеры на языке Python с искусственным интеллектом по угадыванию чисел, метод дихотомии. Управление искусственным интеллектом	6	3	3	
3.2.	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация отчёта в группе и защита результатов работы	3		3	
4.	Кейс 2. «Спаси остров»	12	4	8	Демонстрация решений кейса Творческие задания (подготовка проектов и их презентация).
4.1	Работа на языке Python со словарями и списками, множественное присваивание, добавление элементов в список и их удаление.	4	1	3	
4.2	Планирование дизайна и механики игры. Создание главного меню игры, подсчёта очков.	2	1	1	

4.3	Визуализация программы в виде блок-схемы	2	1	1	
4.4	Тестирование написанной программы и доработка.	2		2	
4.5	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы	2		2	
5.	Кейс 3. «Калькулятор»	11	1	10	Демонстрация решений кейса Творческие задания (подготовка проектов и их презентация).
5.1	Оформление проектной идеи. Формирование программы работ	2	1	1	
5.2	Программа для работы калькулятора.	2		2	
5.3	Создание внешнего вида калькулятора	2		2	
5.4	Тестирование написанной программы и доработка	2		2	
5.5	Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов.	2		2	
5.6	Демонстрация результатов работы	1		1	
6.	Кейс 4. Программирование автономных квадрокоптеров	35	8	27	Выполнение практических полётов (визуальных и сFPV);
6.1	Техника безопасности при полётах. Проведение полётов в ручном режиме	2	1	1	
6.2	Программирование взлёта и посадки беспилотного летательного аппарата.	4	1	3	
6.3	Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции»	6	2	4	
6.4	Выполнение группового полёта вручную.	2		2	
6.5	Выполнение позиционирования по меткам	8	2	6	
6.6	Программирование группового полёта	7	1	6	
6.7	Программирование роевого взаимодействия	6	1	5	
	Итого:	72	19	53	

Содержание учебного плана

Раздел 1: Введение в образовательную программу, техника безопасности -1 час

Теория: Введение в образовательную программу. Ознакомление обучающихся с программой, приёмами и формами работы. Вводный инструктаж по ТБ.

Раздел 2: Основы языка Python. Примеры на языке Python с разбором конструкций: циклы, условия, ветвления, массивы, типы данных – 4 часа

Теория: История языка Python, сфера применения языка, различие в версиях, особенности синтаксиса. Объявление и использование переменных в Python. Использование строк, массивов, кортежей и словарей в Python. Использование условий, циклов и ветвлений в Python.

Практика: запуск интерпретатора. Различия интерпретатора и компилятора. Написание простейших демонстрационных программ. Мини-программы внутри программы. Выражения в вызовах функций. Имена переменных. Упражнения по написанию программ с использованием переменных, условий и циклов. Генерация случайных чисел. Группировка циклов в блоки. Операции сравнения.

Раздел 3: Кейс 1. «Угадай число»- 9 часов

Тема 3.1 Введение в искусственный интеллект. Примеры на языке Python с искусственным интеллектом по угадыванию чисел, метод дихотомии. Управление искусственным интеллектом -6 часов

Теория: Алгоритмы поиска числа в массиве. Варианты сортировок. Поиск дихотомией. Работа с переменными, работа с функциями.

Практика: Упражнения по поиску чисел в массиве. Упражнения на сортировку чисел. Алгоритмы поиска числа. Исследование скорости работы алгоритмов.

Тема 3.2 Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация отчёта в группе и защита результатов работы -3 часа

Теория: Создание удобной и понятной презентации.

Практика: подготовка презентации для защиты. Подготовка речи для защиты.

Раздел 4: Кейс 2. «Спаси остров»-12 часов.

Тема 4.1 Работа на языке Python со словарями и списками, множественное присваивание, добавление элементов в список и их удаление -4 часа

Теория: Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы. Доступ к элементам по индексам. Получение слова из словаря. Отображение игрового поля игрока. Получение предположений игрока. Проверка допустимости предположений игрока.

Практика: Мозговой штурм. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов её решения. Создание прототипа программы. Отработка методик.

Тема 4.2 Планирование дизайна и механики игры. Создание главного меню игры, подсчёта очков -2 часа

Теория: Понятие «механика игры», ограничения, правила.

Практика: Упражнения. Проверка наличия буквы в секретном слове. Проверка — не победил ли игрок. Обработка ошибочных предположений. Проверка — не проиграл ли игрок. Завершение или перезагрузка игры. Создание главного меню игры, реализация подсчёта очков.

Тема 4.3 Визуализация программы в виде блок-схемы -2 часа

Теория: Проектирование проекта с помощью блок-схем.

Практика: Создание блок-схем. Ветвление в блок-схемах. Заканчиваем или начинаем игру с начала. Следующая попытка. Обратная связь с игроком.

Тема 4.4 Тестирование написанной программы и доработка-2 часа

Практика: тестирование созданной игры-программы, доработка и расширение возможностей.

Тема 4.5 Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов. Демонстрация результатов работы-2 часа

Практика: Подготовка презентации и речи для защиты. Презентация созданной программы.

Раздел 5: Кейс 3. «Калькулятор» -11 часов.

Тема 5.1 Оформление проектной идеи. Формирование программы работ-2 часа

Теория: Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы.

Практика: Мозговой штурм. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов её решения.

Тема 5.2 Программа для работы калькулятора -2 часа

Практика: Написание программы для будущего калькулятора.

Тема 5.3 Создание внешнего вида калькулятора -2 часа

Практика: Создание внешнего вида калькулятора.

Тема 5.4 Тестирование написанной программы и доработка-2 часа

Практика: Тестирование созданной программы, доработка и расширение возможностей.

Тема 5.5 Подготовка к публичному выступлению для защиты результатов-2 часа

Практика: Подготовка презентации и речи для защиты.

Тема 5.6 Демонстрация результатов работы -1 час

Практика: Презентация созданной программы.

Раздел 6: Кейс 4. Программирование автономных квадрокоптеров -35 часов

Тема 6.1 Техника безопасности при полётах. Проведение полётов в ручном режиме-2 часа

Теория: Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы, правила техники безопасности. Изучение конструкции квадрокоптеров.

Практика: Полёты на квадрокоптерах в ручном режиме.

Тема 6.2 Программирование взлёта и посадки беспилотного летательного аппарата -4 часа

Теория: Основы программирования квадрокоптеров на языке Python.

Практика: Тестирование написанного кода в режимах взлёта и посадки.

Тема 6.3 Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции» -6 часов

Теория: Теоретические основы выполнения разворота, изменения высоты и позиции на квадрокоптерах.

Практика: Тестирование программного кода в режимах разворота, изменения высоты и позиции.

Тема 6.4 Выполнение группового полёта вручную -2 часа

Практика: выполнение группового полёта на квадрокоптере в ручном режиме.

Тема 6.5 Выполнение позиционирования по меткам-8 часа

Теория: Основы позиционирования indoor и outdoor квадрокоптеров.

Практика: Тестирование режима позиционирования по ArUco - маркерам.

Тема 6.6 Программирование группового полёта -7 часов

Теория: Основы группового полёта квадрокоптеров. Изучение типов группового поведения роботов.

Практика: Программирование роя квадрокоптеров для группового полёта.

Тема 6.7 Программирование роевого взаимодействия -6 часов

Теория: Основы программирования роя квадрокоптеров.

Практика: Выполнение группового полета в автоматическом режиме.

Планируемые результаты

Личностные:

Обучающиеся будут:

- критически относится к информации и избирательность её восприятия;
- осмыслять мотивы своих действий при выполнении заданий;
- освоят социальные нормы правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах;

У обучающихся будут/будет:

- развита любознательность, сообразительность при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развита внимательность, настойчивость, целеустремлённость, умение преодолевать трудности;

- развита самостоятельность суждений, независимость и нестандартность мышления;
- сформированы коммуникативные компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися.

Предметные:

Обучающиеся будут знать:

- основные алгоритмические конструкции;
- принципы построения блок-схем;
- принципы структурного программирования на языке Python;
- составлять алгоритмы для решения прикладных задач;
- реализовывать алгоритмы на компьютере в виде программ, написанных на языке Python;
- применять библиотеку Tkinter;
- отлаживать и тестировать программы, написанные на языке Python;
- настраивать БПЛА;
- представлять свой проект.

Метапредметные:

Обучающиеся будут:

- уметь принимать и сохранять учебную задачу;
- уметь планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- уметь ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- уметь осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;

Раздел 2: Комплекс организационно-педагогических условий

Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала учебного года	Дата окончания учебного года	Количество учебных недель	Количество учебных часов в год	Режим занятий
стартовый	01.09.	31.05.	36	72	1 раз в неделю по 2 часа

Условия реализации

Занятия по программе проводятся в кабинете, оборудованном в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями, где имеется необходимое материально-техническое оснащение для обучения.

Кадровое обеспечение

Реализация программы обеспечивается педагогическими кадрами, имеющими: среднее профессиональное или высшее образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, опыт дистанционной деятельности и прошедших курсы повышения квалификации по профилю деятельности.

Материально-техническое обеспечение

1. квадрокоптер фирмы Tello – 3 шт.
2. квадрокоптер Coex Клевер 4PRO – 1 шт.
3. ноутбук – 10 шт.
4. Телефон – 1 шт. (+ дополнительные телефоны)
5. Интернет

Методы работы

- наглядно-практический,
- объяснительно-иллюстративный,
- частично поисковый,
- игровой.

Учебно-методическое и информационное обеспечение

- дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы программирования на языке Python на примере программирования беспилотного летательного аппарата»;
- учебно-методическая литература и пособия;
- методические разработки;
- тематические презентации;
- электронно-образовательные ресурсы;
- интернет-ресурсы.

Лекции от «Коптер-экспресс» 1	https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344 https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0 http://alexgyver.ru/quadcopters/
2	Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM

Формы аттестации / контроля:

- Демонстрация решений кейса;
- Тестирование
- Творческие задания (подготовка проектов и их презентация).

Для отслеживания результативности освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы проводятся:

- 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.

Оценочные материалы

- Тесты
- Проекты, презентации
- Критерии оценок

Критерии оценки результатов освоения программы

В данном разделе отражаются оценочные материалы, позволяющие определить достижение учащимися планируемых результатов.

Оценка результативности

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, клещими 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>Критерий 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 работа	Сочетание репродуктивных и творческий 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 изготовление 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	Умение разрабатывать собственные эскиз изделия, допускаются незначительные ошибки в	Уверенная работа с технологической картой; умение разрабатывать

со специальными инструментами, слабые навыки работа с технологической картой	технологии изготовления изделия, присутствие навыком аккуратности, экономичности в работе с материалами, соблюдение правил техники безопасности под контролем педагога	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

Список литературы для педагогов

№	Наименование
Основная	
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_ajerodtnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016).
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. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html (дата обращения

6	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.
7	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
8	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
9	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
10	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 (дата обращения
11	LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety (Дата обращения 20.10.15)
12	Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
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
14	Лекции от «Коптер-экспресс» https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344

Список литературы для обучающихся

Лекции от «Коптер-экспресс»: <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>
<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

Интернет-ресурсы

Теоретический материал:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Мультикоптер-общий_обзор_квадрокоптеров
2. http://mediaworx.ru/wp-content/uploads/2018/05/Tello_User_Manual_V1.2_RU_Lock.pdf
- руководство пользователя Tello
3. <http://quad-copter.ru/dji-tello.html> - обзор квадрокоптера Tello

Видеоматериал:

1. <https://dronnews.ru/obzory/dji/dji-ryze-tello.html> - обзор квадрокоптера Tello