

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
Моздокский Центр детского творчества
Структурное подразделение – детский технопарк «Кванториум»

ПРИНЯТО

на Педагогическом совете
Протокол № 13
от «07» 09 2020

СОГЛАСОВАНО

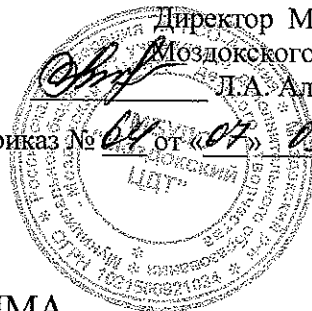
Председатель
Методического
Совета



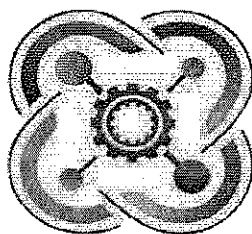
УТВЕРЖДАЮ

Директор МБУДО
Моздокского ЦДТ
Л.А. Алавердова

приказ № 04 от «07» 09 2020



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПО НАПРАВЛЕНИЮ



АЭРОКВАНТУМ
МУЛЬТИКОПТЕРЫ. ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ

Возраст обучающихся: 10-17 лет
Срок реализации: 4 месяца 2 недели

Составитель: Тотров Алан Ленинбекович,
педагог дополнительного
образования

Моздок, 2020

Оглавление

1. Паспорт программы	3
2. Пояснительная записка	4
3 Учебно-тематический план	8
4. Содержание программы	9
5. Условия реализации программы	11
5.1. Методическое обеспечение программы	11
5.2. Материально-техническое обеспечение	12
6. Список литературы	15

1. Паспорт программы

Направление	Аэроквантум
: Название программы	Мультикоптеры. Вводный модуль
Возраст обучающихся (лет)	10-17
: Тип программы	Вводный модуль
Срок реализации	4 месяца 2 недели
Объем программы (академические часы)	72
Режим занятий	2 раза в неделю по 2 ак.ч.
Вид занятий	Групповые (до 14 уч.)
Форма обучения	Очная
Форма подведения итогов	Публичная защита проекта
	Формирование у обучающихся устойчивых soft-компетенций и hard-компетенций по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование БПЛА, основы радиотехники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем)
Направленность	Техническая, естественнонаучная
Предварительная подготовка учащихся	Не нужна
: Отличительные особенности	Практике ориентированный курс
Техническое оснащение	COEX Клевёр 3, COEX Turnigy Evolution FPV Freerider, Syma 5XC

2. Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Мультикоптеры. Вводный модуль» имеет **техническую направленность**. Уровень освоения - вводный (базовый).

Набор детей в группы осуществляется в свободной форме без предварительного конкурса. Специальных знаний и умений не требуется. Образовательный процесс (занятия) осуществляется в разновозрастных профильных группах с постоянным составом.

Продолжительность, режим, форма организации занятий обусловлены инфраструктурой помещений, оснащением оборудованием, количеством рабочих мест и рекомендациями Фонда новых форм развития образования.

Актуальность программы обусловлена тенденциями развития роботизированных комплексов в авиации, которые получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС). В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами. Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор беспилотных авиационных систем (БАС). Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС. Образовательная программа «Аэроквантума» позволяет не только обучить ребенка правильно моделировать и конструировать, но и подготовить учащихся к планированию и проектированию разноуровневых технических проектов и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Педагогическая целесообразность

Модуль предназначен для подростков, не имеющих подготовки в области беспилотной авиации и программирования и знакомит с основами конструирования, технологическими особенностями летательных аппаратов. Модуль предполагает в игровой форме решение кейсов, изучение простых основ конструирования и пилотирование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); освоение средств связи и управления БПЛА; практические навыки в фото/видео аэросъемки и обработки отснятого материала.

Сложный технический материал представляется в простой доступной форме. Модуль направлен на реализацию личностных потребностей и жизненных планов, средствами практической исследовательской деятельности на базе современного оборудования.

Занятия носят гибкий характер с учетом предпочтений, способностей и возрастных особенностей обучающихся. Основное время учащиеся работают самостоятельно в небольших командах.

Связь программы с уже существующими по данному направлению

Данная программа составлена на основании методического материала «Аэроквантум тулкит» из базовой серии «Методический инструментальный тьютора», созданного Фоменко А. - федеральным тьютором, курирующим направление «Аэроквантум» в сети «Детских технопарков «Кванториум».

Вид программы: модифицированная.

Новизна программы обусловлена тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. Занимаясь по данной программе, учащиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, программирования бортового оборудования.

Отличительной особенностью программы является то, что она основана на проектной деятельности, базируется на технологических кейсах, которые требуют использования высокотехнологичного оборудования.

Основные цели образовательного модуля

- Привлечь подростков к проектной работе в области инженерной и изобретательской деятельности.
- Заинтересовать обучающихся инновационностью и перспективностью беспилотных авиационных систем (в дальнейшем - БАС) и содействовать им в профессиональном самоопределении.
- Способствовать реализации возможностей и талантов обучающихся в области инженерного творчества.

Задачи модуля

Soft-компетенции:

- Усвоение информации о применении БАС в современности и в будущем.
 - Освоение базовых знаний об устройстве и функционировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).
 - Выработка у обучающихся навыков самопрезентации, работы в команде и ответственности за свои действия.
 - Приобретение опыта работы своими руками над собственным проектом, направленным на решение реальных задач.
 - Знакомство с основами наук, занимающимся изучением физических процессов в летательных аппаратах.
- ##### **Hard-компетенции:**
- Развитие навыка пилотирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на практике.
 - Изучение основ устройства автономно летающих роботов, работы микроконтроллеров и датчиков.
 - Получение навыков работы с электронными компонентами.
 - Получение опыта соревнований.

Место модуля в образовательной программе

Вводный модуль является стартовым в образовательной программе. После вводного модуля следует модуль углубленного изучения конструирования, программирования и пилотирования БПЛА.

Ожидаемые результаты и способы их проверки

В результате прохождения данного образовательного модуля обучающийся должен знать следующие ключевые понятия: напряжение, сопротивление, сила тока, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), дрон, беспилотная авиационная система (БАС), мультикоптер, квадрокоптер, гексакоптер, октокоптер, аппаратура управления, полётный контроллер, акселерометр, гироскоп, регулятор оборотов, бесколлекторный мотор, микроконтроллер.

Прохождение данного образовательного модуля должно сформировать у обучающихся компетенции, которые могут быть применены в ходе реализации проектов в данном модуле и последующих образовательных модулях:

Soft-компетенции:

- умение слушать и задавать вопросы,
- навык решение изобретательских задач,
- свободное мышление,
- навыки проектирования,
- работа в команде,
- мышление на несколько шагов вперёд,
- осмысленное следование инструкциям,
- соблюдение правил,
- работа с взаимосвязанными параметрами.
- преодоление страха полёта,
- осознание своего уровня компетентности,
- ответственность,
- осознание своих возможностей,
- поиск оптимального решения,
- внимательность и аккуратность,
- соблюдение техники безопасности.

Hard-компетенции:

- знание техники безопасности,
- знания по истории, применению и устройству беспилотников,
- знание строения БПЛА,
- навыки пайки, электромонтажа, механической сборки,
- знания о работе полетного контроллера,
- умение настраивать БПЛА,
- умение подключать и настраивать оборудование симулятора,
- навыки пилотирования БПЛА.

Результатом освоения дополнительной программы является портфолио учащегося, содержащее информацию об участии в соревнованиях, конкурсах, других профильных мероприятиях и публичных защитах кейсов и проектов.

Программа составлена в соответствии с нормативно-правовыми актами:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
2. Закон от 27 декабря 2013 г. № 61-рз «Об образовании в Республике Северная Осетия-Алания»;
3. Приказ Министерства просвещения РФ № 196 от 09.11.2018 г. «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
4. Концепция развития дополнительного образования детей (утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 г. № 1726-р);

5. Примерные требования к программам дополнительного образования детей (утв. Письмом Департамента молодежной политики, воспитания и социальной поддержки детей Минобрнауки России от 11.12.2006 № 06-1844);

6. Письмо МО и НРФ от 18.11.15 № 09-3242 о направлении Методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы);

7. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей (утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 года № 41 г. Москва «Об утверждении СанПиН 2,4,4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»).



3. Учебно-тематический план

№ п/п	Название тем, кейса	Количество академических часов			Форма работы	Форма аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика		
1 Знакомство. Техника безопасности						
1.1	Введение в образовательную программу, техника безопасности	1	1	0	Рассказ, объяснение	Устный опрос
2 Раздел 1. Сборка БПЛА (Кейс 1)						
2.1	Сборка БПЛА	15	4	9	Объяснение, демонстрация, наблюдение	Устный опрос
3 Раздел 2. Визуальное пилотирование БПЛА						
3.1	Полёт на симуляторе (ЛПР 1)	5	0	5	Объяснение, наблюдение, лабораторно-практическая работа	Тестирование
3.2	Визуальное пилотирование (Кейс 2)	15	0	15	Демонстрация, наблюдение	Соревнование
4 Раздел 3. Аэродинамика						
4.1	Сравнение пропеллеров (Кейс 3)	5	0	5	Объяснение, практическая работа	Публичное выступление с демонстрацией результатов работы
5 Раздел 4. Автономный полёт						
5.1	Сборка светофора (ЛПР 2)	9	0	9	Объяснение, лабораторно-практическая работа	Презентация прототипа
5.2	Ультразвуковой дальномер (ЛПР 3)	2	0	2	Объяснение, лабораторно-практическая работа	Презентация прототипа
5.3	Автономный полёт (Кейс 4)	20	0	20	Объяснение, демонстрация, наблюдение	Выполнение задания по транспортировке предмета
Всего		72	5	67		



4. Содержание программы

Название темы/кейса	<i>Знакомство. Техника безопасности</i>
Количество часов/занятий	1
Тип ставящейся задачи	Исследовательская задача
Учебные цели	Знакомство с оборудованием кабинета, опасными и вредными инструментами.
Понятия	Источники постоянного и переменного тока, порез, разрез, физика повреждений, винты, моторы, аккумуляторы, пожар, повреждение, ожог, травма
Ход занятия	Знакомство. Описание оборудования. Проведение инструктажа по технике безопасности.
Дополнительное задание	
Оборудование и материалы	
Форма аттестации/контроля	Рефлексия

Название темы/кейса	<i>Раздел 1. Сборка БПЛА (Кейс 1)</i>
Количество часов/занятий	15
Тип ставящейся задачи	Техническая задача
Учебные цели	Освоение навыков сборки летающего БПЛА
Понятия	Полётный контроллер, бесколлекторный электромотор, передатчик, приёмник, регулятор оборотов, пульт управления
Ход занятия	Работа с инструментами, электроникой, ПК, паяльником
Дополнительное задание	Модернизация БПЛА для увеличения полётного времени
Оборудование и материалы	Ноутбуки, наборы «Клевер», паяльное оборудование, инструменты
Форма аттестации/контроля	Презентация решения кейс-задачи и рефлексия

Название темы/кейса	<i>Раздел 2. Визуальное пилотирование БПЛА</i>
Количество часов/занятий	20
Тип ставящейся задачи	Техническая задача
Учебные цели	Развитие навыков безопасного пилотирования
Понятия	Ветер, стабилизация, инерция, скорость, реакция, меры осторожности
Ход занятия	Полет на симуляторе. Пилотирование БПЛА в заградительной сетке и на полигонах
Дополнительное задание	Выполнение полётов по простым траекториям
Оборудование и материалы	Ноутбуки, наборы «Клевер», заградительная сетка
Форма аттестации/контроля	Тестирование, соревнование

Название темы/кейса	<i>Раздел 3. Аэродинамика</i>
---------------------	-------------------------------



АЭРОКВАНТУМ

Количество часов/занятий	5
Тип ставящейся задачи	Исследовательская задача
Учебные цели	Научиться рассчитывать и подбирать двигатели и движители для БПЛА для различных задач
Понятия	Диаметр винта, угол наклона, аэродинамика, ТТХ двигателей, максимально допустимая мощность, КПД
Ход занятия	Благодаря сайтам-калькуляторам, фотополимерным 3D принтерам и датчикам тока определяем лучшие подборки двигатель-пропеллер для различных задач
Дополнительное задание	-
Оборудование и материалы	Фотополимерный 3D принтер, ноутбуки, наборы «Клевер»
Форма аттестации/контроля	Публичное выступление с демонстрацией результатов работы

Название темы/курса	Раздел 4. Автономный полёт
Количество часов/занятий	31
Тип ставящейся задачи	Техническая задача
Учебные цели	1. Развитие навыков работы с микроконтроллерами и их программированием. 2. Обучить превращать БПЛА в автономные с различной степенью сложности выполняемых задач.
Понятия	Волновая физика, волна, отражение, работа человеческого уха, звуковые колебания, программирование, команды, точность, погрешность, коррекция, безопасность выполнения, риски, источники питания, электричество, полярность, закон Ома, протекание тока, микроконтроллер, ШИМ, ТТХ модулей, пробой
Ход занятия	Создание светофора автомобильного типа; Создание ультразвукового дальномера; Программирование микроконтроллера и полётного контроллера, выполнение задач с различной степенью сложности.
Дополнительное задание	Создать комплекс для управления несколькими автономными БПЛА
Оборудование и материалы	Ноутбуки, наборы «Клевер», заградительная сетка, набор ARUCO-меток, наборы «Матрёшка Z»,
Форма аттестации/контроля	Публичное выступление с демонстрацией результатов работы и рефлексия.

Количество часов/занятий	5
Тип ставящейся задачи	Исследовательская задача
Учебные цели	Научиться рассчитывать и подбирать двигатели и движители для БПЛА для различных задач
Понятия	Диаметр винта, угол наклона, аэродинамика, ТТХ двигателей, максимально допустимая мощность, КПД
Ход занятия	Благодаря сайтам-калькуляторам, фотополимерным 3D принтерам и датчикам тока определяем лучшие подборки двигатель-пропеллер для различных задач
Дополнительное задание	
Оборудование и материалы	Фотополимерный 3D принтер, ноутбуки, наборы «Клевер»
Форма аттестации/контроля	Публичное выступление с демонстрацией результатов работы

Название темы/кей		
Количество часов/занятий	31	
Тип ставящейся задачи	Техническая задача	
Учебные цели	1. Развитие навыков работы с микроконтроллерами и их программированием. 2. Обучить превращать БПЛА в автономные с различной степенью сложности выполняемых задач.	
Понятия	Волновая физика, волна, отражение, работа человеческого уха, звуковые колебания, программирование, команды, точность, погрешность, коррекция, безопасность выполнения, риски, источники питания, электричество, полярность, закон Ома, протекание тока, микроконтроллер, ШИМ, ТТХ модулей, пробой	
Ход занятия	Создание светофора автомобильного типа; Создание ультразвукового дальномера; Программирование микроконтроллера и полётного контроллера, выполнение задач с различной степенью сложности.	
Дополнительное задание	Создать комплекс для управления несколькими автономными БПЛА	
Оборудование и материалы	Ноутбуки, наборы «Клевер», заградительная сетка, набор ARUCO-меток, наборы «Матрёшка Z»,	
Форма аттестации/контроля	Публичное выступление с демонстрацией результатов работы и рефлексия.	

5. Условия реализации программы

5.1 Методическое обеспечение программы

При реализации программы применяются следующие формы проведения занятий, установленные методическими указаниями федерального тьютора Фонда новых форм развития образования:

- на этапе изучения нового материала:
 - лекция - изложение преподавателем предметной информации;
 - объяснение - словесное истолкование закономерностей, существенных свойств изучаемого объекта, отдельных понятий, явлений;
 - рассказ - устное повествовательное изложение содержания учебного материала, не прерываемое вопросами к учащимся;
 - демонстрация - наглядное предъявление обучающимся динамичных изображений: сюжетов, событий и явлений в целом, в том числе научных процессов, действия систем и механизмов, а также отдельных предметов - с целью их изучения, детального рассмотрения и обсуждения;
 - игра - моделирование различных жизненных обстоятельств с дидактической целью;
- на этапе практической деятельности:
 - беседа - наставник путем постановки тщательно продуманной системы вопросов подводит учеников к пониманию нового материала или проверяет усвоение ими уже изученного,
 - дискуссия - постановка спорных вопросов с целью отработки умения отстаивать и аргументировать свою точку зрения;
 - практическая работа - самостоятельное выполнение учащимися практических работ с применением усвоенных ранее знаний, умений и навыков;
- на этапе освоения навыков:
 - творческое задание - форма проведения занятий, где наряду с заданными условиями и неизвестными данными, содержится указание учащимся для самостоятельной творческой деятельности, направленной на реализацию их личностного потенциала и получение требуемого образовательного продукта;
- на этапе проверки полученных знаний:
 - публичное выступление с демонстрацией результатов работы (защита проекта);
 - дискуссия;
 - рефлексия - размышление, рождение нового знания; постановка обучающимся новых целей обучения, самооценка. Цели рефлексии — вспомнить, выявить и осознать основные компоненты деятельности: ее смысл, типы, способы, проблемы, пути их решения, полученные результаты и т.п. Без понимания способов своего учения, механизмов познания учащиеся не смогут присвоить тех знаний, которые они добыли.

Базовым форматом образовательного процесса в «Детском технопарке «Кванториум» является проектная деятельность. Образовательная система базируется на технологических кейсах, предусматривает привитие участникам навыков прохождения полного жизненного цикла создания инженерного продукта, сквозных изобретательских компетенций. Программы в «Детском технопарке «Кванториум», ориентированы на решение реальных технологических задач.

Приемы и методики организации учебно-воспитательного процесса, используемые педагогом для реализации программы:

- методика проблемного обучения - создание под руководством наставника проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность учащихся по их разрешению, в результате чего и происходит творческое овладение предметными компетенциями и развитие творческих способностей;
- метод проектов - система обучения, при которой обучающиеся приобретают знания и умения в процессе планирования и выполнения постепенно усложняющихся практических заданий - проектов;
- кейс-технология - это техника обучения, использующая описание реальной ситуации, специально подготовленный материал с описанием конкретной проблемы, которую необходимо разрешить в составе группы;
- обучение в группах - это процесс достижения слаженности, развитие способности группы достигать результаты, которые действительно нужны ее членам. В основе такого обучения - дисциплина развития общего видения;
- технология брейнсторминг (мозговой штурм) - метод коллективного поиска новых идей для решения творческих задач;
- креативное обучение - свободный доступ каждого обучающегося к ресурсам сети Интернет для проведения датаскаутинга;
- метод проблемного изложения - метод, при котором наставник, используя самые различные источники и средства, прежде чем излагать материал, ставит проблему, формулирует познавательную задачу, а затем, раскрывая систему доказательств, сравнивая точки зрения, различные подходы, показывает способ решения поставленной задачи. Обучающиеся как бы становятся свидетелями и соучастниками научного поиска;
- метод дизайн-мышления - метод разработки продуктов, ориентированных на пользователя. Дизайн-мышление всегда ставит в центр пользовательский запрос и только потом возможности технической реализации и экономические возможности.

Формы аттестации/контроля установленные методическими указаниями федерального тьютора Фонда новых форм развития образования:

- публичное выступление с демонстрацией результатов работы (защита проекта);
- устный опрос;
- тестирование;
- соревнование;
- презентация;
- выставка;
- интеллектуальные игры.

5.2 Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы необходимо материально-техническое обеспечение, рассчитанное на группу из 14 учащихся:

№ п/п	Наименование	Кол-во	Ед. изм.
1	Учебное (обязательное) оборудование		

1.1	Основной набор COEX Клевер 3	3	КОМПЛЕКТ
1.2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	3	КОМПЛЕКТ
1.3	Комплект для изучения основ радиозлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО)	3	КОМПЛЕКТ
1.4	Квадрокоптер	3	КОМПЛЕКТ
1.6	Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов	3	КОМПЛЕКТ
1.7	Ручка для 3D-печати	3	КОМПЛЕКТ
2	Компьютерное оборудование		
2.1	Ноутбук	7	ШТ
2.2	Мышь	7	ШТ
2.3	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	1	ШТ
2.4	Сетевой удлинитель	7	ШТ
3	Презентационное оборудование		
3.1	Моноблочное интерактивное устройство	1	ШТ
4	Мебель		
4.1	Комплект мебели	1	КОМПЛЕКТ

4.2	Корзины для мусора	1	шт
-----	--------------------	---	----

6. Список рекомендуемой литературы

Для наставников

Литература, периодические издания и методические материалы

1. Ефимов И. Програмируем квадрокоптер на Arduino // Хабрахабр. - 2014 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения: 11.10.2018)
2. Колесников А.А. Новые нелинейные методы управления полетом. М.; Физматлит, 2013. —196 с.
3. Поляков К.Ю. Теория автоматического управления. СПб., 2008. — 80 с.
4. Попов Н.И. Динамика неустановившихся режимов пространственного движения робота-квадрокоптера по заданной траектории: автореф. ... канд. техн. наук. Курск, 2014. — 18 с.
5. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. М.: МЭИ, 2004. — 400 с.
6. **Шилов К.Е. Разработка системы автоматического управления беспилотным летательным аппаратом мультироторного типа// ТРУДЫ МФТИ. — 2014. — Т. 6, — №4. — С. 139—152.**

Дистанционные и очные курсы

7. <https://stepik.org/course/nporpaMMHpoBaHHe-Ha-Python-67/> - видео-курсы программирования на Python;
8. <http://www.copterexpress.ru/> - очный курс «Основы программирования и проектирования автономных беспилотников»;
9. [https://stepic.org/соиг8e/Введение-в-программирование-\(C++\)-363/](https://stepic.org/соиг8e/Введение-в-программирование-(C++)-363/) Программирование на C++ видео-курсы;
10. <https://stepik.org/сошве/Введение-в-Лтшс-73/> - видео-курс “Введение в линукс”;
11. <https://copterexpress.timepad.ru/event/510375/> - Цикл лекций CopterHack;
12. <https://www.coursera.org/learn/robotics-flight> - видео-курсы Robotics: Aerial Robotics

Для обучающихся

Литература и периодические издания

1. Ефимов И. Програмируем квадрокоптер на Arduino // Хабрахабр. - 2014 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа, — URL: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения; 11.10.2018)
2. Колесников А.А. Новые нелинейные методы управления полетом. М.: Физматлит, 2013. — 196 с.

3. Поляков К.Ю. Теория автоматического управления. СПб., 2008. — 80 с.
4. Попов Н.И. Динамика неустановившихся режимов пространственного движения робота-квадрокоптера по заданной траектории: автореф. ... канд. техн. наук. Курск, 2014. — 18 с.
5. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. М.: МЭИ, 2004. — 400 с.
6. Шилов К.Е. Разработка системы автоматического управления беспилотным летательным аппаратом мультироторного типа// ТРУДЫ МФТИ. — 2014. — Т. 6, — №4. — С. 139—152.

Ресурсы для самообразования

7. <https://stepik.org/course/nporpaMMHpoBaHHe-Ha-Python-67/> - видео-курсы программирования на Python;
8. [https://stepik.org/course/Введение-в-программирование-\(C++\)-363/](https://stepik.org/course/Введение-в-программирование-(C++)-363/) Программирование на C++ видео-курсы;
9. <https://stepik.org/course/Введение-в-Linux-73/> - видео-курс “Введение в линукс”;
10. <https://copterexpress.timepad.ru/event/510375/> - Цикл лекций CopterHack.

Список обучающихся в объединении аэроквантум

№	Ф.И.О	Школа	Класс
1	Шамурзаев Хаджимурад Расулович	МБОУ:СОШ 3 г. Моздок	4
2	Батыров Сергей Андреевич	МБОУ СОШ ст. Луковской	5
3	Батыров Валерий Андреевич	МБОУ СОШ ст. Луковской	9
4	Шихаев Баграм Резванович	МБОУ №108 г.Моздока	5
5	Дронова Яна Александровн	МБОУ:СОШ № 2 г.Моздока	8
6	Уськов Евгений Константинович	Мбоу сош с. Троицкого	6
7	Иванова Татьяна Сергеевна	МБОУ:СОШ N 108 г.	10
8	Арапова Наталья Анатольевна	МБОУСОШ станицы Терской	6
9	Арапов Сергей Анатольевич	МБОУСОШ станицы Терской	8
10	Казимагомедов Закир Тарланович	МБОУ:СОШ 3 г.Моздока	6
11	Перевощиков Сергей Сергеевич	МБОУ:СОШ 3 г.Моздока	6
12	Ващенко Сергей Евгеньевич	МБОУ:СОШ 3 г.Моздока	6
13	Шашков Глеб Алексеевич	МБОУ СОШ ст. Луковской	7
14	Сердюк Даниил Александрович	МБОУ:СОШ 8 г.Моздока	8
15	Батраков Дамир Джабраилович	МБОУ:СОШ 3 г.Моздока	5
16	Чижик Тихон Владимирович	МБОУ:СОШ 3 г.Моздока	6
17	Самородская Мария Станиславовна	МБОУ №108 г.Моздока	10
18	Стоянова Дарья Васильевна	МБОУ №108 г.Моздока	10
19	Губина Мария Александровна	МБОУ:СОШ 3 г.Моздока	11
20	Марухняк Виталий Александрович	МБОУ СОШ ст. Луковской	7
21	Самородский Константин Александрович	МБОУ:СОШ N 108 г.	7
22	Витковский Кирилл Александрович	МБОУ:СОШ N 108 г.	4
23	Богданов Никита Сергеевич	МБОУ СОШ ст. Луковской	4
24	Полуян Даниил Максимович	МБОУ СОШ ст. Луковской	7
25	Мирончук Ростислав Романович	МБОУ СОШ №3	5
26	Вейсалов Расул Равшанович	МБОУ СОШ №5	7
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			