

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Граховская средняя общеобразовательная школа имени А.В. Марченко»

ПРИНЯТО  
Педагогический советом школы  
Протокол № 1 от 30.08.2023 г.

УТВЕРЖДЕНО  
Директором МБОУ «Граховская  
СОШ им. А.В. Марченко»  
Приказ № 106 от 30.08.2023 г.  
Т. Л. Петрова

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
«Квадрокоптер»

Возраст обучающихся: 12-14 лет  
Срок реализации: 1 год  
Составитель: педагог дополнительного образования  
Телицын Д. М.

Село Грахово, 2023 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Нормативно-правовая база

1. В основу разработки данной программы положены следующие нормативные документы: Конституцией РФ;
2. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 года № 273 – ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (в редакции от 30.12.2020 N 517-ФЗ);
3. Концепция развития дополнительного образования детей (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 г. № 1726 - р);
4. Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от 09 ноября 2018г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (в редакции Приказов Минпросвещения России от 05.09.2019 №470, от 30.09.2020 №533);
5. Сан ПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи, утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 N 28;
6. Уставом МБОУ "Граховская СОШ им. А.В. Марченко»;
7. Положением о разработке и утверждении дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ

### Уровень освоения программы: Ознакомительный

На основании положения об аттестации обучающихся МБОУ «Граховская СОШ им. А.В. Марченко», осваивающих программы дополнительного образования, утвержденного приказом №139 от 28.08.2019 г., проводится аттестация обучающихся.

Форма проведения промежуточной аттестации – составление индивидуальных и коллективных технических проектов. Полеты на симуляторе.

Форма проведения итоговой аттестации – решение практической ситуационной задачи.

Оценка знаний и умений в результате деятельности детей проводится на каждом занятии путем самоанализа. Итогом работы обучающихся является участие в конкурсах, научно-практических конференциях различного уровня.

Работа в объединении основана на свободном выборе и доброжелательном участии в ней детей, на совместном продуктивном сотрудничестве.

Чтобы помочь обучающимся сделать правильный выбор, предлагаются наглядные пособия (фильмы, рисунки, фотографии, презентации и др.).

**Направленность программы.** Настоящая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Квадрокоптер» имеет *техническую направленность*.

**Актуальность.** В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, к 2015 году рынок БПЛА уже оценивался в 127 млрд долларов США<sup>1</sup> и продолжает активно развиваться. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни, они будут использоваться в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

Сейчас 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.

Программа «Квадрокоптер» ориентирована на обучающихся 5-8 классов, интересующихся вопросами в области беспилотных летательных аппаратов и систем, дает возможность подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

**Особенности программы.** Настоящая образовательная программа интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации, соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

**Цели и задачи программы.** Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills<sup>2</sup> 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:

Образовательные задачи:

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развить способность к самореализации и целеустремленности;

Воспитательные задачи:

- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;

Программа рассчитана на возрастную категорию обучающихся 12-14 лет.

**Объём программы** «квадрокоптер» рассчитан на 72 часов.

**Режим занятий** - 2 часа в неделю.

**Срок реализации** программы составляет 1 год. Продолжительность одного занятия – 45 минут.

**Уровень освоения программы:** ознакомительный

На основании Положения об аттестации обучающихся МБОУ «Граховская СОШ им. А.В. Марченко», осваивающих программы дополнительного образования, утвержденного приказом № 95 от 05.04.2022 г., проводится аттестация обучающихся.

Форма проведения промежуточной аттестации – тест.

Форма проведения итоговой аттестации – защита проектов.

Оценка знаний и умений в результате деятельности детей проводится на каждом занятии путем самоанализа.

Работа в объединении основана на свободном выборе и добровольном участии в

ней детей, на совместном продуктивном сотрудничестве.

Чтобы помочь обучающимся сделать правильный выбор, предлагаются наглядные пособия (фильмы, рисунки, фотографии, презентации и др.).

### **Отличительные особенности программы**

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);
- направленность на развитие системного мышления;
- рефлексия.

### **Формы организации занятий.**

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс»
- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills)
- конференции внутриквантумные и межквантумные,
- самостоятельные работы.
- метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning).

### **Ожидаемые результаты *Предметные:***

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

### ***Метапредметные:***

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

### ***Личностные:***

- сформированность коммуникативной культуры обучающихся, 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.

#### **Прогнозируемые результаты.**

По окончании курса обучения учащиеся должны

#### **ЗНАТЬ:**

- правила безопасной работы инструментом;
- правила безопасного управления квадрокоптером;
- основные компоненты конструкторов
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя графический язык программирования;
- виды подвижных и неподвижных соединений в конструкторе;
- основные приемы сборки компонентов;
- конструктивные особенности узлов квадрокоптера;
- способ передачи программы в полетный контроллер;
- самостоятельно решать технические задачи в процессе сборки конструктора (планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов, и других объектов и т.д.);

#### **УМЕТЬ:**

- корректировать программы при необходимости;
- принимать или намечать учебную задачу, ее конечную цель.
- прогнозировать результаты работы;
- планировать ход выполнения задания;
- рационально выполнять задание;
- руководить работой группы или коллектива;
- управлять квадрокоптером внутри помещения и на улице.

#### Критерии оценки уровня теоретической подготовки:

- *высокий уровень* – обучающийся освоил практически весь объём знаний 100-80%, предусмотренных программой за конкретный период; специальные термины употребляет осознанно и в полном соответствии с их содержанием;

- *средний уровень* – у обучающегося объём усвоенных знаний составляет 79-50%; сочетает специальную терминологию с бытовой;

- *низкий уровень* – обучающийся овладел менее чем 49% объёма знаний, предусмотренных программой; ребёнок, как правило, избегает употреблять специальные термины.

#### Критерии оценки уровня практической подготовки:

- *высокий уровень* – обучающийся овладел на 100-80% умениями и навыками, предусмотренными программой за конкретный период; работает с оборудованием самостоятельно, не испытывает особых трудностей; выполняет практические задания с элементами творчества;

- *средний уровень* – у обучающегося объём усвоенных умений и навыков составляет 79-50%; работает с оборудованием с помощью педагога; в основном, выполняет задания на основе образца;

- *низкий уровень* - ребёнок овладел менее чем 49%, предусмотренных умений и навыков; ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием; ребёнок в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания педагога.

Результаты проверки фиксируются в зачётном листе учителя.

#### **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.

1. Вводное занятие. Техника безопасности. История развития квадрокоптеров. Рассказ о развитии беспилотных летательных аппаратов в мировом сообществе и в частности в России. Показ видео роликов о квадрокоптерах. Правила техники безопасности.

2. Учебно-методический комплект знакомство с деталями конструктора.

- Учебно-методический комплект Геоскан Пионер Мини(состав, возможности)

- Основные детали (название и назначение)

- Узлы (назначение, единицы измерения)

- Двигатели

- Полетный контроллер

- Аккумулятор (зарядка, использование) Названия и назначения деталей

3. Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Аккумулятор. Техника безопасности при обращении с аккумулятором.

Электричество. Закон Ома для участка цепи. Типы аккумуляторов, их устройство.

Назначение. Меры безопасности при зарядке, разрядке, утилизации.

4. Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: бесколлекторные двигатели. Техника безопасности при обращении с бесколлекторным двигателем.

Знакомство с бесколлекторным двигателем. Отличие от коллекторного двигателя.

Преимущества и недостатки. Особенности устройства. Меры безопасности при включении бесколлекторного двигателя в схему.

5. Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Полетный контроллер. Техника безопасности при обращении с полетным контроллером.

Полетный контроллер. Устройство и назначение. Разновидности полетных контроллеров. Особенности подключения.

6. Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Приёмник. Пульт управления.

Техника безопасности при обращении с приёмником, пультом управления.

Приемник сигнала. Назначение. Способ правильной установки на корпусе квадрокоптера.

Пульт управления. Назначение органов управления.

7. Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Регулятор скорости. Техника безопасности при обращении с регулятором скорости.

Регулятор скорости вращения мотора. Разновидности, характеристики. Назначение. Способ подключения.

8. Обобщение теоретической части- проверка теоретических знаний.

Обобщение полученных теоретических знаний, проверка понимания основ безопасности, безопасной работы.

9. Приёмы работы ручным инструментом. Техника безопасности при работе ручным инструментом. Сборка корпуса квадрокоптера.

Назначение ручного инструмента. Правила безопасной работы при использовании ручного инструмента. Сборка корпуса квадрокоптера.

10. Пайка. Основы пайки. Техника безопасности при работе с паяльником. Пайка. Назначение пайки, её применение. Правила безопасного обращения при работе с паяльником. Нарращивание проводов от бесколлекторного двигателя.

11. Подключение регулятора скорости.

Подключение регулятора скорости. Подбор оптимального места на корпусе квадрокоптера для его крепления.

12. Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения.

Установка и подключение полетного контроллера: выбор ориентации по направлению лучей квадрокоптера, выбор правильного способа крепления к корпусу квадрокоптера. Чтение схемы подключения и правильное подключение сигнальных проводов от регуляторов вращения. Проверка направления вращения моторов.

13. Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Калибровка регуляторов скорости.

Визуальная проверка качества и правильности сборки. Подключение аккумулятора.

Проверка работоспособности всех узлов. Калибровка регуляторов скорости.

14. Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы-конфигуратора PioneerStation

Подключение полетного контроллера к компьютеру. Настройка среды программирования Arduino. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы-конфигуратора PioneerStation

15. Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Установка пропеллеров. Пробный запуск без взлёта.



Установка пропеллеров, предполетная подготовка квадрокоптера. Пробный запуск. Калибровка органов управления.

16. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульту управления. Проверка работ всех узлов квадрокоптера. Корректировка значений в настройках прошивки.

Первый взлет. Зависание на малой высоте в помещении. Калибровка органов управления.

17. Взлёт на малую высоту. Зависание. Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах.

Предполетная подготовка. Взлет, зависание на малой высоте в помещении. Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах.

18. Полет на малой высоте по траектории.

Управление полетом на малой высоте по траектории. Увеличение площади и высоты полета.

19. Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов, ошибок пилотирования.

Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов, ошибок пилотирования

20. Настройка функций удержания высоты и курса. Полет с использованием данных функций.

Подключение полетного контроллера к компьютеру. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы-конфигуратора PioneerStation

21. Подключение GPS-приемника. Настройка его работы.

Подключение GPS-приемника. Настройка его работы. Пробные полеты с тестированием работы данной функции.

22. Полет с использованием функций автоматизации.

Полет с использованием функций автоматизации вне помещения. Проверка работы функций автоматизации и действий пилота при имитации нештатной ситуации.

23. Разборка квадрокоптера на составные части.

Разборка квадрокоптера на составные части для последующего использования новой групп

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование темы	Количество часов	План	Факт
1	Вводное занятие. Техника безопасности. История развития квадрокоптеров.	2		
2	Учебно-методический комплект знакомство с деталями конструктора.	2		
3	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Аккумулятор. Техника безопасности при обращении с аккумулятором.	2		
4	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Бесколлекторные двигатели. Техника безопасности при обращении с бесколлекторным двигателем.	2		
5	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Полетный контроллер. Техника безопасности при обращении с полетным контроллером	2		
6	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Приёмник. Пульт управления. Техника безопасности при обращении с приёмником, пультом управления.	2		
7	Теоретическая часть. Детали и узлы квадрокоптера: Регулятор скорости. Техника безопасности при обращении с регулятором скорости.	2		
8	Обобщение теоретической части- проверка теоретических знаний.	2		
9	Приёмы работы ручным инструментом. Техника безопасности при работе ручным инструментом. Сборка корпуса квадрокоптера	3		
10	Пайка. Основы пайки. Техника безопасности при работе с паяльником.	2		

11	Подключение регулятора скорости.	3		
12	Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения.	3		
13	Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Калибровка регуляторов скорости.	3		
14	Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Выставление оптимальных значений в настройках графического интерфейса прогармы- конфигуратора	3		
15	Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Установка пропеллеров. Пробный запуск без взлёта.	3		
16	Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульту управления. Проверка работ всех узлов квадрокоптера. Корректировка значений в настройках прошивки.	3		
17	Взлёт на малую высоту. Зависание. Удержание квадрокоптера вручную в заданных координатах.	6		
18	Полет на малой высоте по траектории.	6		
19	Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов, ошибок пилотирования.	2		
20	Настройка функций удержания высоты и курса. Полет с использованием данных функций.	6		
21	Подключение GPS-приемника. Настройка его работы.	4		
22	Полет с использованием функций автоматизации.	4		
	Разборка квадрокоптера на составные части. Сборка квадрокоптера.	4		
<b>Итого</b>		<b>72</b>		

### Календарный учебный график

Год обучения с 01 сентября по 31 мая																															
Год обучения	Сентябрь					Октябрь			ноябрь			декабрь			январь			февраль			март			апрель			Май			Всего	
1-й год обучения		Недели обучения																													
контроль	Количество часов в																														
	2	01.09.22-04.09.23	1																												
	2	07.09.22-11.09.23	2																												
	2	14.09.22-18.09.23	3																												
	2	21.09.22-25.09.23	4																												
	2	28.09.22-02.10.23	5																												
	2	05.10.22-09.10.23	6																												
	2	12.10.22-16.10.23	7																												
	2	19.10.22-23.10.23	8																												
Презентации учащихся	2	02.11.22-06.11.23	9																												
	2	09.11.22-13.11.23	0																												
Тест	2	16.11.22-20.11.23	1																												
	2	23.11.22-27.11.23	2																												
	2	30.11.22-04.12.23	3																												
	2	07.12.22-11.12.23	4																												
	2	14.12.22-18.12.23	5																												
	2	21.12.22-25.12.23	6																												
	2	11.01.23-15.01.24	7																												
	2	18.01.23-22.01.24	8																												
	2	25.01.23-29.01.24	9																												
	2	01.02.23-05.02.24	0																												
	2	08.02.23-12.02.24	1																												
	2	15.02.23-19.02.24	2																												
	2	22.02.23-26.02.24	3																												
	2	01.03.23-05.03.24	4																												
	2	09.03.23-12.03.24	5																												
	2	15.03.23-19.03.24	6																												
	2	22.03.23-26.03.24	7																												
	2	29.03.23-02.04.24	8																												
	2	05.04.23-09.04.24	9																												
	2	12.04.23-16.04.24	0																												
	2	19.04.23-23.04.24	1																												
	2	26.04.23-30.04.24	2																												
	2	04.05.23-07.05.24	3																												
	2	11.05.23-14.05.24	3																												
	2	17.05.23-21.05.24	4																												
	2	24.05.23-28.05.24	5																												
	2		6																												
Творческий проект																															
	7																														
	2																														

**Календарный план мероприятий на 2023-2024 год.**

№ п/п	Наименование	Дата
1.	Уникальные возможности квадрокоптера (презентации учащихся).	20-30 ноября
2.	Пилотирование квадрокоптера	20-30 января
3.	Презентации учащихся фото и видео.	25-30 марта
4.	Конкурсы, творческие проекты	10-20 мая

#### IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### 1. Список литературы, рекомендованный педагогам (коллегам) для освоения данного вида деятельности

№	Наименование
<b>Основная</b>	
1	Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <a href="http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html">http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html</a> (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: <a href="http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html">http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html</a> (дата обращения 31.10.2016).
3	Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <a href="http://habrahabr.ru/post/227425/">http://habrahabr.ru/post/227425/</a> (дата обращения 31.10.2016).
4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: <a href="http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf">http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf</a> (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: <a href="http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html">http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html</a> (дата обращения 31.10.2016).
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. 337
<b>Дополнительная</b>	
7	Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: <a href="http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html">http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html</a> (дата обращения 31.10.2016).
8	Alderete T.S. “Simulator Aero Model Implementation” NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <a href="http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf">http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf</a> (дата обращения 31.10.2016).

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 Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
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: <a href="http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf">http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf</a> (дата обращения 31.10.2016).
11	LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <a href="http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety">http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety</a> (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» <a href="https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344">https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344</a>

## 2. Список литературы, рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы

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

## 3. Список литературы, рекомендованной родителям в целях расширения диапазона образовательного воздействия и помощи родителям в обучении и воспитании ребенка

1	Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика <a href="https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM">https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM</a>
---	--





**Примерные темы проектов:**

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров в Геоквантуме.
7. Проектирование квадрокоптера-транспортника.
8. Автономный полет по заданной траектории.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
10. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

### Пример кейса

#### **Аэросъемка «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»**

##### Описание реальной ситуации (кейса)

Мы работаем в администрации технопарка и нам необходимо набрать красочные и интересные материалы для сайта, чтобы привлечь больше клиентов и компаний. Также многие резиденты технопарка жалуются, что, учитывая большую территорию технопарка, они до сих пор не знают, как он выглядит целиком, отсутствует навигация по территории технопарка. В дополнение необходимо определить точную площадь территории технопарка.

##### Общие вопросы

- Что такое БПЛА?
- Как устроен и работает БПЛА?
- Какие данные он позволяет получить?
- Чем аэросъемка с БПЛА отличается от космической съемки?

##### Термины:

- Аэросъемка
- Носители и полезная нагрузка
- Классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- Высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- Фотомозаика
- Ортофотоплан

##### Материалы:

- Компьютер
- Интернет
- Архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (Agisoft Photoscan)
- Квадрокоптер
- Фотоаппарат
- Штатив
- Google Maps
- Квадрокоптер с устройством аэрофотосъемки