

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Кыринская средняя общеобразовательная школа»

УТВЕРЖДАЮ
Директор МБОУ «Кыринская средняя
общеобразовательная школа»
_____ И.В. Уварова
приказ № 93 от 03.09.2019

Дополнительная общеобразовательная программа
«Полеты на квадрокоптере»
для обучающихся 9-11 классов
2 года обучения, 68 часов

Составитель программы:
Салтанов Г.И., учитель технологии

Кыра, 2019г

Содержание

1. Пояснительная записка	3
2. Планируемые результаты	5
3. Критерии и способы определения результативности	6
4. Содержание изучаемого курса	7
5. Учебно-тематический план	7
6. Методическое обеспечение программы	10
7. Список литературы	12
8. Приложение №1	14

Пояснительная записка.

Дополнительная общеобразовательная программа разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

-Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ;

-Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (Приказ Минпросвещения России от 09.11.2018 N 196);

-Примерные требования к содержанию и оформлению образовательных программ дополнительного образования детей (Письмо Минобрнауки России от 11.12. 2006 № 06-1844);

- Образовательная программа Центра образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста» муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Кыринская средняя общеобразовательная школа» Забайкальский край от №93 от 03.09.2019г

-Устав и локально-правовые акты МБОУ «Кыринская средняя общеобразовательная школа».

С начала 21 века происходит рост популярности беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с дистанционным управлением и, в частности, многороторных аппаратов - мультикоптеров. БПЛА сегодня распространены повсеместно они используются для решения серьезных задач. Беспилотные аппараты решают задачи самого широкого круга – от полетов ради развлечения, до военных задач. Однако, как правило, при помощи квадрокоптеров (термин, аналогичный БПЛА) происходит фото и видеосъемки, наблюдения различных объектов и процессов, а иногда даже доставка небольших грузов. Квадрокоптеры способны к выполнению задач дистанционно – на удаленных объектах.

Правильная эксплуатация квадрокоптера возможна только при наличии знаний и умений, которые позволят эксплуатировать, конструировать и обслуживать БПЛА. Сегодня, можно сказать активно формируется новое направление – практически интегрированное в образование, науку, педагогику и инженерное дело. Для активного усвоения новых знаний и навыков в процессе технической деятельности, по программе «Полеты на квадрокоптере» необходимо не только иметь базовые знания по математике и физики, но и постоянно их совершенствовать в самых разных направлениях - это позволит раскрыть потенциал учащегося, в первую очередь в направлении профессиональной ориентации.

Современные образовательные стандарты требуют освоение обучающимися основ конструкторской и проектно-исследовательской деятельности, что является основной целью образовательной программы «Полеты на квадрокоптере».

Образовательная программа дополнительного образования «Полеты на квадрокоптере» имеет научно-техническую направленность с естественнонаучными элементами. Образовательная программа рассчитана на 68 академических часов. Итогом по работе с данной программой является формирование технических и инженерных навыков у учащихся, а также профессиональной ориентации для дальнейшей проектной деятельности. Программа предназначена для дополнительного образования для учеников,

выбравших популярное сегодня направление – БПЛА. В процессе освоения программы развиваются теоретические и практические навыки, а также основы программирования.

Образовательная программа «Полеты на квадрокоптере» предполагает решение обучающимися разноплановых задач, градирующихся по уровню сложности, что позволит ученикам на практике ознакомиться с физическими 3 основами и возможностями беспилотных летательных аппаратов. Изучение беспилотных летательных аппаратов позволяет объединить вышеперечисленные этапы в одном курсе, что в свою очередь позволяет, стимулируя техническое творчество, интегрировать преподавание дисциплин физико-математического профиля и естественнонаучных дисциплин с развитием инженерного мышления. Новизна подхода к реализации программы состоит в том, что навыки конструирования и пилотирования БПЛА ученик приобретает в ходе использования в процессе обучения конструктора с расширенными возможностями.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

Целью программы является:

- обучение обучающихся основам робототехники, устройства беспилотных летательных аппаратов, программирования;
- развитие творческих способностей в процессе конструирования и проектирования и сборки.

Задачи:

- дать первоначальные знания о конструкции беспилотных летательных аппаратов;
- научить приемам сборки и программирования беспилотных летательных аппаратов;
- привить культуру производства и сборки ознакомить с правилами безопасной работы с инструментами развивать творческую инициативу и самостоятельность;
- развивать умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.

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.

Дополнительная образовательная программа «Полеты на квадрокоптере» рассчитана на обучающихся 9-11 классов.

Сроки реализации программы 2 года. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 1 часу (всего 68 часов).

Формы обучения Обучение проводится по очной форме

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

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- Workshop и Tutorial (практическое занятие – *hardskills*), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;
- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
- методкейсов (*case-study*), "мозговой штурм" (*Brainstorming*), методзадач (*Problem-Based Learning*) и методпроектов (*Project-Based Learning*). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – *case*, *англ.*), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

Режим занятий Занятия по дополнительной образовательной программе проводятся 1 раз в неделю по 1 часу (продолжительность учебного часа – 40 минут). Кратность занятий и их продолжительность обосновывается рекомендуемыми нормами САНПИН 2.4.4.3172-14, целью и задачами программы.

Планируемые результаты

Личностные

- формировать творческое отношение к выполняемой работе;
- воспитывать умение работать в коллективе, эффективно распределять обязанности.
- развивать психофизиологические качества учеников: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.

Метапредметные

- планирование предстоящих действий, самоконтроль, применять полученные знания, приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов, и других объектов и т.д.);
- принимать или намечать учебную задачу, ее конечную цель.
- прогнозировать результаты работы
- планировать ход выполнения задания
- рационально выполнять задание
- руководить работой группы или коллектива;

Предметные

- Изучить правила безопасной работы инструментом;
- правила безопасного управления квадрокоптером
- основные компоненты конструкторов WICopter-универсал, 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
- управлять квадрокоптером внутри помещения и на улице

Критерии и способы определения результативности

Виды контроля:

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

Формы проверки результатов:

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

Формы подведения итогов реализации программы

- выполнение практических полётов (визуальных и сFPV);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческие задания (подготовка проектов и их презентация).

Объем программы и виды учебной работ

Вид учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия всего, в том числе:	68
Лекции	21
Практические занятия, в т.ч.:	47
Лабораторные работы	6
Самостоятельная подготовка	12
Проектная работа	17
Виды текущего контроля успеваемости	1
Объем учебной программы	68

Содержание
Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.
1. Вводная лекция о содержании курса.
2. Принципы управления и строение мультикоптеров.
3. Основы техники безопасности полётов
4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.
5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)
6. Технология пайки. Техника безопасности.
7. Обучение пайке.
8. Полёты на симуляторе.
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.
1.Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки
2.Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.
3.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.
4.Сборка рамы квадрокоптера.
5.Пайка ESC, ВЕС и силовой части.
6. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления
7. Инструктаж по технике безопасности полетов.
8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,
9.Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.
10. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».
Настройка, установка FPV – оборудования.
1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.

2. Установка и подключение радиоприёмника и видеоборудования.
3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.
Работа в группах над инженерным проектом.
1. Принципы создания инженерной проектной работы.
2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.
3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».
4. Подготовка презентации собственной проектной работы.
Итоговый контроль
Презентация и защита группой собственного инженерного проекта

СОДЕРЖАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 1 год обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
1	2	3
Блок 1.	<p>Теория мультироторных систем.</p> <p>Основы управления. Полёты на симуляторе.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вводная лекция о содержании курса. 2. Принципы управления и строениемультикоптеров. 3. Техникабезопасностиполётов 4. Основы электричества. Литий-полимерныеаккумуляторы. 5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка /хранение) 6. Технологияпайки. Техникабезопасности. 7. Обучениепайке. 8. Полётына симуляторе. 	<p>Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем.</p> <p>Принципы управления мультироторными системами.</p> <p>Аппаратура радиуправления: принцип действия, общее устройство.</p> <p>Техника безопасности при работе с мультироторными системами.</p> <p>Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство.</p> <p>Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.</p> <p>Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем.</p> <p>Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.</p>

<p>Блок 2.</p>	<p>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления. 2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. 3. Сборка рамы квадрокоптера. 4. Пайка ESC, BEC и силовой части. 5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления. 6. Настройка полётного контроллера. 7. Инструктаж по технике безопасности полётов. 8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций. 9. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», 	<p>Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.</p> <p>Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.</p> <p>Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.</p> <p>Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».</p> <p>Разбор аварийных ситуаций.</p>
-----------------------	--	---

Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования. 1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.
Блок 4.	Работа в группах над инженерным проектом. 1. Принципы создания инженерной проектной работы. 2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования. 3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации и образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	Лекция, дискуссия, практическое занятие	Беседа по теме занятия, индивидуальная работа с ПО	Записи в тетрадях, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, RC-пульт	Полёт на симуляторе без ошибок пилотирования
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, RC-пульт	Тестовые полёты на собственном собранном квадрокоптере
Настройка, установка FPV	Лекция, дискуссия,	Работа в группах,	Справочный	Интерактивная	Выполнение полётов с

– оборудования	практическое занятие, workshop	индивидуальная работа с ПО	материал из ПО для полетов	доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, очки для FPV-полетов, FPV-модуль	FPV-оборудованием
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадях	Ноутбук, интерактивная доска	Защита проекта

Список использованной литературы

№	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.ПрограммируемквадрокоптернаArduino:Режимдоступа: http://habrahabr.ru/post/227425/ (дата обращения31.10.2016).
4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.Режимдоступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_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.
6	Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html (дата обращения 31.10.2016).
	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
Дополнительная	
7	Редакция Tom'sHardwareGuide. 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:
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.
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 31.10.2016).
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

Интернет-ресурсы

http://multicopterwiki.ru/index.php/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0

О двигателях и регуляторах:

<http://www.avislab.com/blog/brushless01/>

<http://www.avislab.com/blog/brushless02/>

<http://www.avislab.com/blog/brushless03/> и тд.

Полетные контроллеры, математика и фильтры:

http://we.easyelectronics.ru/quadro_and_any_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-nemnogo-teorii.html

http://we.easyelectronics.ru/quadro_and_any_copters/plata-upravleniya-kvadrokopte-om-prodolzhaem-razgovor.html

http://we.easyelectronics.ru/quadro_and_any_copters/plata-upravleniya-kvadrokopterom-komplementarnyy-filtr.html

Формы контроля образовательных результатов:

- журнал посещаемости;
- тетрадь (журнал) наблюдений педагога, фиксации результативности опросов, тестов, выполнения практических и лабораторных заданий.

Способы контроля учебных результатов программы (Портфолио):

- отметка: зачет/незачет
- диплом;
- грамота;
- видео продукт.

Виды контроля:

- *Предварительный контроль* (проверка остаточных знаний учащихся на начало учебного года.

Формы:

- фронтальный, индивидуальный и групповой опрос по всем видам учебной деятельности;

- *Текущий контроль*

Формы:

- выполнение практических и лабораторных работ;
- разные виды опроса; контрольные и проверочные работы;
- *Тематический контроль* (проводится по мере освоения каждой учебной темы).

Формы:

- разные виды опроса, контрольные и проверочные работы;
- выполнение практических и лабораторных работ;
- представление видео продукции.

- *Итоговый контроль* (заключительная проверка знаний, умений, навыков в конце учебного года).

- итоговая практическая работа
- участие в соревнованиях, выполнение творческой работы

Оценочные материалы

1. Набор контрольных и проверочных работ (Приложение 2);
2. Набор тестов и практических работ (Приложение 3)

<http://kvadrokopters.com/blog/interesnoe/kak-rabotaet-kvadrokopter/>

<https://nashol.com/2014072079020/modeli-i-algoritmi-kollektivnogo-upravleniya-v-gruppah-robotov-kalyaev-i-a-gaiduk-a-r-kapustyan-s-g.html>

<https://habr.com/ru/post/227425/>

<https://cyberleninka.ru/article/v/upravlenie-dvizheniem-kvadrokoptera-po-zaranee-zadannoy-traektorii>

<https://habr.com/ru/post/281591/>