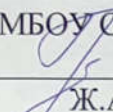


Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №14  
имени Героя России и Героя Абхазии Виталия Вольфа»

ПРИНЯТА  
на заседании педагогического совета  
протокол № 13  
от «30» августа 2021г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор МБОУ СОШ №14  
  
Ж.А. Грицай  
Приказ №191 от 30 августа 2021г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая  
программа технической направленности  
«ДВИЖЕНИЕ ВВЕРХ. КВАДРОКОПТЕР»  
Возраст обучающихся: 12 – 13 лет  
Срок реализации: 1 год

Составитель:  
Шалимова А. О.,  
учитель информатики

г. Яровое  
2021г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность программы** – техническая  
**Уровень освоения** – общекультурный

**Актуальность программы** Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации 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 БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

**Адресат программы** – обучающиеся 12-13 лет, увлеченные техническим творчеством.

**Объем и срок реализации программы** – 1 год, 68 часов.

### **Цель программы**

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills<sup>1</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).

### **Задачи:**

#### **1. Обучающие:**

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;

---

<sup>1</sup> «soft-skills» – теоретические знания и когнитивные приемы, «hard-skills» – умения «работать руками».

- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

## **2. Развивающие:**

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развить способность к самореализации и целеустремлённости;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- расширить ассоциативные возможности мышления.

## **3. Воспитательные:**

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

## **Условия реализации программы**

Условия набора детей в группу: принимаются все желающие заниматься конструированием беспилотных летательных аппаратов.

**Условия формирования групп** – разновозрастные.

**Наполняемость учебной группы:** не менее 10 человек.

## **Формы проведения занятий:**

- групповая;
- индивидуальная;
- индивидуально-групповая;
- фронтальная.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

## **Формы организации деятельности на занятии:**

- 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.
  - метод кейсов (*case-study*), "мозговой штурм" (*Brainstorming*), метод задач (*Problem-Based Learning*) и метод проектов (*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.

### **Материально-техническое оснащение:**

#### *1. Учебное (обязательное) оборудование*

- Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)
- Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)
- Квадрокоптер с фотокамерой на гиростабилизированном подвесе

#### *2. Компьютерное оборудование*

- Ноутбук
- Мышь
- МФУ
- Сетевой удлинитель

#### *3. Презентационное оборудование*

- LED панель
- Настенное крепление
- Расходные материалы и запасные части
- Комплект мебели
- Корзины для мусора

### **Планируемые 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;
- развитиеспособности 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.

**Учебный план**

Разделы	Наименование темы	Объем часов		Форма контроля		Hi-tech тех
		Всего часов	В том числе Теория	Практика		
1	2	3	4	5	6	7
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	16	10	6		
	1. Вводная лекция о содержании курса.	1	1	0		
	2. Принципы управления и строение мультикоптеров.	1	1	0		
	3. Основы техники безопасности полётов	1	1	0		
	4. Основы электричества. Литий-	1	1	0		

	полимерные аккумуляторы.					
	5. Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	5	3	1	Практическая работа с зарядным и устройствами.	
	6. Технология пайки. Техника безопасности.	1	1	0	Пайка проводов.	1
	7. Обучение пайке.	2	1	1		
	8. Полёты на симуляторе.	5	0	4	Полёты на симуляторе.	
Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	25	7	18	Практическая работа	
	1.Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	2	1	1	Учебные полёты	
	2.Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	2	1	1	Сборка и настройка квадрокоптера	
	3.Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	2	2	1	.	
	4.Сборка рамы квадрокоптера.	4	0	3		
	5.Пайка ESC, BEC и силовой части.	3	2	1		3
	6. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	2	0	2		
	7. Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1			
	8. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	2		2	Учебные полёты	
	9.Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	4	0	4	Учебные полёты	
	10. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	3	0	3	Учебные полёты	
Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования.	9	1	8	Практическая	

					работа	
	1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	1	1	0	Установка видеоборудования.	
	2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	2	0	2		
	3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	6	0	6	Полёты «от первого лица».	
Блок 4.	Работа в группах над инженерным проектом.	19	5	14	Практическая работа	
	1. Принципы создания инженерной проектной работы.	5	1	4	Самостоятельная подготовка	
	2. Основы 3D-печати и 3D-моделирования.	6	2	4	групповых инженерных проектов.	
	3. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	7	1	6		
	4. Подготовка презентации собственной проектной работы.	1	1	0	самостоятельно	
	<u>Итоговый контроль</u>	1	0	1	Защита проекта	
	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	1	0	1		
	Итого:	68	21	45	66	

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Теория мультироторных систем.

#### Основы управления. Полёты на симуляторе.

1. Вводная лекция о содержании курса.
2. Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами. Принципы управления и строения мультикоптеров. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство.
3. Техника безопасности полётов Техника безопасности при работе с мультироторными системами.

4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы. Электронные компоненты мультиторных систем: принципы работы, общее устройство.
5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение) Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием
6. Технология пайки. Техника безопасности.
7. Обучение пайке. Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультиторных систем.
8. Полёты на симуляторе. Обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов 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. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.
3. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.
4. Сборка рамы квадрокоптера. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.
5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления.
6. Настройки полётного контроллера.
7. Инструктаж по технике безопасности полетов.
8. Первые учебные полёты: 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».
9. «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Разбор аварийных ситуаций.
10. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка»



### **Настройка, установка FPV – оборудования.**

1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.
2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультиторные системы.
3. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.

### **Работа в группах над инженерным проектом.**

1. Принципы создания инженерной проектной работы. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система».
2. Работа в группах над инженерным проектом Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.
3. «Беспилотная авиационная система».
4. Подготовка презентации собственной проектной работы. Подготовка и проведение презентации по проекту.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **Оценочные материалы**

Для отслеживания результативности на протяжении всего процесса обучения осуществляется контроль:

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

### **Методические материалы**

При реализации программы используются современные педагогические технологии, обеспечивающие личностное развитие ребенка: личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение, обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа), информационно-коммуникационные технологии, здоровьесберегающие технологии и др.

В процессе обучения применяются следующие методы: объяснительно-иллюстративный, репродуктивный метод, частично-поисковые методы, метод проектов.

При объяснении нового материала используются компьютерные презентации, видеофрагменты. Во время практической части ребята работают со схемами,

инструкциями, таблицами. На занятиях используется дифференцированный подход, учитываются интересы и возможности обучающихся. Предусмотрено выполнение заданий разной степени сложности. Таким образом, создаются оптимальные условия для активной деятельности всех обучающихся.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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>
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>
3	Ефимов.Е.ПрограммируемквадрокоптернаArduino:Режимдоступа: <a href="http://habrahabr.ru/post/227425/">http://habrahabr.ru/post/227425/</a>
4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.Режимдоступа: <a href="http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf">http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf</a>
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>
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>
8	Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. <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>
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>
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>
12	Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation.
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.franklin.2013.10.021

14	Лекции от «Коптер-экспресс» <a href="https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344">https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344</a>
----	---

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>
---	--

**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.

### 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