



Автономное учреждение  
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ МОЛОДЕЖНЫЙ ЦЕНТР»

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела развития Детских технопарков  
«Кванториум» АУ ХМАО – Югры  
«Региональный молодежный центр»

\_\_\_\_\_ А. А. Сакаро  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор АУ ХМАО – Югры  
«Региональный молодежный центр»

\_\_\_\_\_ А. Э. Шишкина  
приказ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.  
№ \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

**«Малая беспилотная авиация»**

(наименование дополнительной общеразвивающей программы)

Возраст детей: 12 – 17 лет

Срок реализации программы: 160 часов

Наполняемость группы: от 8 до 10 человек

Автор-составитель:

Усманов Александр Ильдарович,  
педагог дополнительного образования  
АУ ХМАО – Югры «РМЦ»

г. Ханты-Мансийск  
2017 год

## Содержание

I. ЦЕЛЕВОЙ РАЗДЕЛ.....	3
1. Пояснительная записка.....	3
1.1. Направленность программы.....	3
1.2. Новизна и актуальность программы .....	3
1.3. Отличительные особенности программы .....	3
1.4. Цель и задачи программы.....	4
1.5. Возраст обучающихся.....	5
1.6. Сроки реализации.....	5
2. Планируемые результаты .....	5
II. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ .....	5
III. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ.....	6
1. Учебно-тематический план .....	6
2. Календарный учебный график.....	7
3. Система условий реализации программы.....	8
3.1. Кадровые условия реализации программы .....	8
3.2. Психолого-педагогические условия реализации программы.....	8
3.3 Материально-технические условия реализации программы.....	9
3.4. Учебно-методическое обеспечение программы .....	10

# **I. ЦЕЛЕВОЙ РАЗДЕЛ**

## **1. Пояснительная записка**

### **1.1. Направленность программы**

Данная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет научно-техническую направленность. Предполагает дополнительное образование детей в области авиамоделирования и беспилотной авиации.

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей обучающихся.

### **1.2. Новизна и актуальность программы**

Описываемая образовательная программа интересна тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия.

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

### **1.3. Отличительные особенности программы**

В программе объединены: начальное инженерное проектирование, программирование микроконтроллеров и микропроцессоров и отведена доля на спортивную деятельность радиоуправления моделями дронов, технического прогресса, новых технологий.

## 1.4. Цель и задачи программы

Целью программы является формирование у учеников устойчивых знаний и навыков по таким дисциплинам, как:

- аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов;
- основы радиоэлектроники и схемотехники;
- программирование микроконтроллеров;
- лётная эксплуатация БАС.

Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

✓ Основными задачами данной программы являются (компетенции, которые прививаются):

✓ Развитие у детей воображения, пространственного мышления, воспитание интереса к технике и технологиям.

✓ Воспитание трудолюбия, развития трудовых умений и навыков, расширение политехнического кругозора, умения планировать работу по реализации замысла, предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел.

✓ Повышение сенсорной чувствительности, развитие мелкой моторики и синхронизации работы обеих рук за счет обучения пилотирования и аэросъемки с беспилотных летательных аппаратов.

✓ Ознакомление детей с духом научно-технического соревнования, развитие умения планировать свои действия с учетом фактора времени в обстановке с элементами конкуренции.

✓ Обучение детей проектированию, сборке и программированию беспилотных летательных аппаратов, использованию современных средств автоматического контроля и управления для создания интеллектуальных БАС.

✓ Выработка навыков пилотирования беспилотных летательных аппаратов.

- ✓ Самореализация личности обучающегося.
- ✓ Развитие творческих способностей обучающегося.

### **1.5. Возраст обучающихся**

Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего и старшего школьного возраста (12-17 лет).

### **1.6. Сроки реализации**

Объем программы – 160 часов

Срок реализации программы – 32 недели (сентябрь – май)

## **2. Планируемые результаты**

Образовательная программа дает каждому обучающемуся по результатам ее прохождения возможность овладения всеми заявленными компетенциями и выполнения проектной работы по созданию беспилотной авиационной системы. Формой отчетности является успешное выполнение всех практических задач, последующая защита собственного реализованного проекта.

## **II. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

В ходе реализации программы обучающиеся изучают устройство дрона, электротехнику, пайку и программирование микроконтроллеров и микропроцессоров. В ходе работы получают опыт работы с инструментом. Получают опыт в пилотирование авиационной беспилотной модели.

Разделы	Темы	Теория	Практика	Всего час.
1	2	3	4	5
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	5	25	30
Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	15	35	50
Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования. Полеты от первого лица.	6	34	40
Блок 4.	Программирование мультироторных систем. Автономные полёты	10	16	26

Блок 5.	Работа в группах над инженерным проектом.	2	8	10
	Итоговая аттестация	-	4	4
	Итого:	38	122	160

### III. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

#### 1. Учебно-тематический план

Раздел	Наименование темы	Объем часов		
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
1	2	3	4	5
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	30	5	25
1	Вводная лекция о содержании курса.	1	1	-
2	Принципы управления и строение мультикоптеров.	4	1	3
3	Основы техники безопасности полётов	1	1	-
4	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	1	1	-
5	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	5	-	5
6	Технология пайки. Техника безопасности.	1	1	
7	Обучение пайке.	7		7
8	Полёты на симуляторе	10		10
Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	50	15	35
1	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	3	2	1
2	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	5	5	
3	Сборка рамы квадрокоптера.	5		5
4	Пайка ESC, BEC и силовой части.	5		5
5	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления.	6	5	1
6	Настройки полётного контроллера.	5	2	3
7	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1	
8	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.	10		10

9	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	10		10
Блок 3.	Настройка, установка FPV – оборудования.	40	6	34
1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	9	2	7
2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	9	2	7
3	Пилотирование с использованием FPV - оборудования.	22	2	20
Блок 4.	Программирование мультироторных систем. Автономные полеты.	26	10	16
1	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	10	4	6
2	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	16	6	10
Блок 5	Работа в группах над инженерным проектом.	10	2	8
1	Принципы создания инженерной проектной работы.	2	2	
2	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	6		6
3	Подготовка презентации собственной проектной работы.	2		2
Итоговая аттестация				
1	Презентация и защита группой собственного проекта	4	-	4
Итого:		160	38	122

## 2. Календарный учебный график

**Начало занятий:** 4 сентября 2017 года.

**Срок реализации программы:** 32 учебных недели (сентябрь – май).

**Объем учебной нагрузки:** 160 часов.

**Режим занятий:** 2 занятия в неделю.

**Продолжительность 1 занятия:** 2,5 академических часа.

Структура двухчасового занятия:

- 40 минут – рабочая часть;
- 15 минут – перерыв (отдых);
- 40 минут – рабочая часть;
- 15 минут – перерыв (отдых);
- 35 минут – рабочая часть.

### **3. Система условий реализации программы**

#### **3.1. Кадровые условия реализации программы**

Обучение осуществляется высококвалифицированными преподавателями-практиками и приглашенными преподавателями, экспертами в области технических наук, имеющими опыт обучения детей по программам дополнительного образования.

Для реализации программы в плане проведения практических и лекционных занятий требуется один преподаватель, имеющий высшее техническое образование и, желательно, опыт научно-исследовательской деятельности или преподавательской в вузе.

#### **3.2. Психолого-педагогические условия реализации программы**

Для успешной реализации дополнительной общеразвивающей программы должны быть обеспечены следующие психолого-педагогические условия:

- Уважение взрослых к человеческому достоинству детей, формирование и поддержка их положительной самооценки, уверенности в собственных возможностях и способностях;
- Использование в образовательной деятельности форм и методов работы с детьми, соответствующих их возрастным и индивидуальным особенностям (недопустимость как искусственного ускорения, так и искусственного замедления развития детей);
- Построение образовательной деятельности на основе взаимодействия взрослых с детьми, ориентированного на интересы и возможности каждого ребенка и учитывающего социальную ситуацию его развития;
- Поддержка взрослыми положительного, доброжелательного отношения детей друг к другу и взаимодействия детей друг с другом в разных видах деятельности;
- Поддержка инициативы и самостоятельности детей в специфических для них видах деятельности;



– Возможность выбора детьми материалов, видов активности, участников совместной деятельности и общения;

– Поддержка родителей (законных представителей) в воспитании детей, охране и укреплении их здоровья, вовлечение семей непосредственно в образовательную деятельность.

### 3.3 Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебного кабинета
Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная мебелью на 10 посадочных мест. Оборудование: <ul style="list-style-type: none"><li>• компьютер преподавателя;</li><li>• 5 учебных компьютеров;</li><li>• Паяльное оборудование;</li><li>• мобильная магнитная доска для учебной аудитории;</li><li>• наборы для сборки.</li></ul>	628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Студенческая, д. 29, учебная аудитория 212

#### Для полноценной реализации программы необходимо:

- обеспечить обучающихся необходимой учебной и методической литературой;
- создать условия для безопасных учебных полётов в помещении;
- создать условия для разработки проектов;
- обеспечить удобным местом для индивидуальной и групповой работы;
- обеспечить обучающихся аппаратными и программными средствами.

#### *Аппаратные средства:*

- Компьютеры/ноутбуки;
- Программаторы для микроконтроллеров;
- Устройства для презентации: проектор, экран.
- Локальная сеть для обмена данными.
- Выход в глобальную сеть Интернет.

### ***Программные средства:***

- Операционная система.
- Наземная станция (программа для настройки полётных контроллеров и получении полётной телеметрии в случае применения радиомодема)

### **3.4. Учебно-методическое обеспечение программы**

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 20.04.2014).

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 20.10.15)

3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (Дата обращения 20.10.15)

4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf) (Дата обращения 20.10.15)

5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 17.04.2014).

6. Колесников К.С., Механика в техническом университете. В 8 т. Т. 1. Курс теоретической механики. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 736 с. 11. Beard R.W. Quadrotor Dynamics and Control. Brigham Young University, October 3, 2008. P. 47. Режим доступа: <http://rwbclasses.groups.et.byu.net/lib/exe/fetch.php?media=quadrotor:beardsquadrotornotes.pdf> (дата обращения 20.05.2014).

7. 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

8. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа:

[http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html) (Дата обращения 20.10.15)

9. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения 25.05.2014).

10. 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.

11. 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](http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf) (дата обращения 16.05.2014).

12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)

13. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.

14. 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