


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Астраханский государственный университет»**

**Центр развития современных компетенций детей**  
**«Дом научной коллаборации им. В.К. Тредиаковского»**

(ДНК им. В.К. Тредиаковского)

СОГЛАСОВАНО


Руководитель ДНК  
им В.К. Тредиаковского

 Д.Ю. Матвеев

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



 А.М. Трещев

« 04 »  2021 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА –  
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

**АЭРО**

в рамках курса

**«СОЗДАНИЕ АВТОНОМНОГО БПЛА НА БАЗЕ КОНСТРУКТОРА  
СОЕХ КЛЕВЕР 4 WORLDSKILLS RUSSIA»**

Направленность программы – техническая  
Для учащихся 10-11 классов  
Составитель: педагог доп. образования ДНК  
Садретдинов Д.Р.

г. Астрахань

2021

## 1. Пояснительная записка

Программа «Аэро» в рамках курса «Создание автономного БПЛА на базе конструктора клевер» предназначена для учащихся 10-11 классов в рамках образовательного проекта «Малая академия».

Программа направлена на формирование устойчивых навыков обращения со сборными квадрокоптерами, реализацию таких задач, как сборка квадрокоптеров, монтаж компонентов, ручное пилотирование, пайка, программирование.

В рамках проекта «Малая академия» данный курс уделяет особое внимание программированию квадрокоптеров на примере квадрокоптера COEX Клевер 4 WorldSkills Russia, а также проектированию автономного беспилотника.

Программа ориентирована на получение специализированных знаний по направлению БПЛА и получение знаний в смежных областях, таких как физика, информационные технологии, программирование, математика и электроника.

Дополнительная общеразвивающая программа является нормативным документом, содержащим максимально полную информацию о предлагаемом дополнительном образовании по определенному виду деятельности, имеющим конкретные образовательные цели и диагностируемые образовательные результаты.

Перечень документов, на основе которых разработана дополнительная общеобразовательная программа – дополнительная общеразвивающая программа:

- Конституция РФ;
- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Конвенция о правах ребенка;
- СанПиН 2.4.4.3172-14;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 № 1726-р «Об утверждении концепции развития дополнительного образования детей»;
- Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении стратегии развития воспитания на период до 2025 года»;
- «Примерные требования к программам дополнительного образования детей», предложенные в приложении к письму Департамента молодежной политики, воспитания и социальной поддержки детей Минобрнауки России от 11.12.2006 № 06-1844 и требованиями, содержащимися в письмах МО и ВШ РК от 12.08.2003 № 07-18/94, от 11.01.2007 № 07-18/2 на основании типовых (примерных) программ;
- Приказ от 17 декабря 2010 г. № 1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» (в ред. Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.12.2014 № 1644);
- Федеральный перечень учебников, утвержденных, рекомендованных к использованию в образовательном процессе в образовательных организациях, реализующих программы основного общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 марта 2014 г. № 253 (с изменением на 26 января 2016 г.).

### Цель и задачи программы

**Целью программы** является формирование компетенций в области беспилотных авиационных систем, развитие творческого и научно-технического потенциала учащихся, путем организации проектной деятельности, в рамках создания **собственного** беспилотного летательного аппарата.

#### **Задачи программы:**

- формирование навыков по сборке сложных конструкторов на примере конструктора СОЕХ Клевер 4 WorldSkills Russia;
- закрепление знаний учащихся в области физики и электроники;
- развитие умения пилотирования коптеров;
- освоение программирования на языке Python;
- развитие креативного мышления при поиске решения задач;
- развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности;
- формирование умения работы в команде;
- развития умения логически мыслить и анализировать ситуацию;
- формирование навыков проектного мышления.

#### **2. Направленность программы:** техническая

**3. Новизна:** предоставление высокотехнологичных образовательных услуг широкому кругу школьников Астраханского региона и Прикаспия с перспективой обеспечения подготовки высококвалифицированных конкурентоспособных на рынке труда кадров в сферах общего и специального технического образования.

**4. Актуальность программы:** систематические занятия школьников позволят сформировать современные технологические компетенции в динамично развивающейся области БПЛА и программирования.

**5. Педагогическая целесообразность:** программа выстроена на основе целесообразности освоения учащимися глубокого и полного содержания учебного материала в предметной области «Аэро», выбранные методы полностью соответствуют поставленным задачам и способствуют получению обучающимися новых современных компетенций в образовательном проекте «Малая академия».

**6. Практическая значимость программы:** практическое применение знаний из школьной программы физики и информатики, получение навыков пилотирования квадрокоптеров, также учащиеся смогут продолжить образование по выбранному профилю после завершения курса обучения в организациях профессионального и высшего образования по техническим специальностям.

#### **Характеристика программы**

Вид – дополнительная общеобразовательная программа – дополнительная общеразвивающая программа.

Адресат программы: учащиеся 10–11 классов

Объем и срок освоения программы: 72 часа, 3 месяца

Формы обучения – очная, очно-заочная или заочная форма с применением дистанционных образовательных технологий.

Режим занятий в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к образовательной организации дополнительного образования.

Занятия проводятся 2 раза в неделю. Продолжительность одного занятия составляет 3 академических часа с перерывом 45 минут на игровые виды деятельности (шахматы, шашки и т.д.).

Формы проведения занятий: практические, лекционно-практические, видео-урок, обсуждение.

Основные методы, используемые на занятиях: наглядные (в т.ч. видеоматериал, раздаточный материал), словесные, практические, индивидуальная работа.

### **Ожидаемый (прогнозируемый) результат освоения программы**

Предметными результатами изучения данного курса является формирование следующих знаний и умений:

- правила техники безопасности при эксплуатации БПЛА;
- основные компоненты коптеров;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерные среды для настройки полетных контроллеров;
- основы аэродинамики полета;
- основы электричества, радиоэлектроники;
- основы программирования на языке Python;
- основы программирования автономных полетов коптеров;
- теорию FPV полетов;
- применение компьютерного зрения;
- конструктивные особенности различных БПЛА и их применение;
- способы настройки и подготовки коптера к полету.

Учащиеся должны уметь:

- настраивать и калибровать полетные контроллеры разных производителей с применением специализированного ПО;
- осуществлять визуальное пилотирование беспилотного летательного аппарата и посредством FPV аппаратуры;
- взаимодействовать с микрокомпьютером Raspberry, обладать основами администрирования Linux;
- планировать и прописывать полетные задания и миссии;
- программировать и осуществлять автономные полеты. Проводить предполетную подготовку.

## **2.Условия реализации программы**

Описание материально-технического и информационно-методического обеспечения программы.

Оборудование: квадрокоптер DJI Ryze Tech Tello, Аккумулятор АКБ Gens Ace 5000mAh 11.1V 45C 3S1P Lipo Battery Pack XT60, конструктор программируемого квадрокоптера с системой машинного зрения Clever4 с захватом, камера для одноплатного компьютера Raspberry Pi NoIR Camera Board, микрокомпьютер Raspberry Pi 3 Model B+, цифровой мультиметр Proconnect, светодиоды, сервоприводы, паяльные станции Lukey S6, ультразвуковой дальномер URM37, макетная плата Breadboard (доска для прототипирования), лабораторный источник питания HY1503D, электролобзик, шуруповерт.

### 3. Учебно-тематический план

№ п/п	Раздел	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	лекция	ПЗ	
<b>1</b>	<b>Работа с конструктором COEX Клевер 4 WorldSkills Russia</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	
1.1	Знакомство. Принципы проектирования и строение мультикоптеров. Аэродинамика полета.	4	4		Контрольные вопросы
1.2	Основы электричества.	4	4		Контрольные вопросы
1.3	Теория пайки.	3	1	2	Контрольные вопросы, выполнение заданий
1.4	Компоненты комплекта COEX Клевер 4 WorldSkills Russia.	6	1	5	Выполнение заданий
1.5	Настройка квадрокоптера COEX Клевер 4 WorldSkills Russia	3	1	2	Выполнение заданий
1.6	Подключение аппаратуры.	3	1	2	Выполнение заданий
1.7	Предполетная подготовка.	3	1	2	Выполнение заданий
<b>2</b>	<b>Симулятор</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
2.1	Ручное визуальное пилотирование	4	1	3	Выполнение заданий

2.2	Теория полетов от первого лица	4	1	3	Выполнение заданий
<b>3</b>	<b>Пилотирование квадрокоптера</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	
3.1	Полет вручную по маршруту	4	1	3	Выполнение заданий
3.2	Автоматический полет	4	2	2	Выполнение заданий
3.3	Полет в FPV	2		2	Выполнение заданий
<b>4</b>	<b>Компьютерное зрение</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
4.1	Основы программирования на языке Python	10	5	5	Контрольные вопросы, выполнение заданий
4.2	Знакомство с компьютером Raspberry Pi	8	5	3	Выполнение заданий
4.3	Автономный полет по меткам	6	2	4	Выполнение заданий
<b>5</b>	<b>Итоговое занятие</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>Выполнение заданий</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>72 часа</b>			

#### 4. Содержание изучаемого курса

##### Тема 1. Работа с конструктором COEX Клевер 4 WorldSkills Russia.

1.1. Знакомство. Принципы проектирования и строение мультикоптеров. Аэродинамика полета.

Представление курса. Демонстрация современных коптеров. Применение коптеров. Виды и конфигурация коптеров. Принципы управления. Элементы коптера. Знакомство с конструктором COEX Клевер 4 WorldSkills Russia. Аэродинамика пропеллера, параметры и виды пропеллеров. Тестирование воздушных винтов. Подробный анализ компонентов конструктора COEX Клевер 4 WorldSkills Russia. Типы двигателей. Регуляторы оборотов. Принцип работы бесколлекторного двигателя. Принцип работы, типы и устройство аккумуляторов. Полетные контроллеры. ПИД-регуляторы. Демонстрация принципов полета на квадрокоптере COEX Клевер 4 WorldSkills Russia при использовании различных комплектующих.

#### 1.2. Основы электричества

Понятие электричества. Электрический ток. Напряжение. Разность потенциалов. Проводник. Диэлектрик. Электрический ток. Сопротивление. Величина тока. Закон Ома. Первый и второй законы Кирхгофа. Закон Джоуля-Ленца.

#### 1.3. Теория пайки.

Описание процесса пайки. Описание процессов, происходящих во время пайки. Знакомство с паяльником. Припой и флюсы. Виды пайки. Техника безопасности при пайке. Проведение пайки двух проводов между собой. Пайка радиокомпонентов.

#### 1.4. Компоненты комплекта COEX Клевер 4 WorldSkills Russia.

Разбор всех комплектующих поставленного комплекта COEX Клевер 4 WorldSkills Russia. Характеристика комплектующих, особенности. Сравнение имеющихся комплектующих с аналогами. Сборка рамы квадрокоптера. Монтаж регуляторов оборотов и двигателей. Монтаж полетного контроллера и соединение проводов. Монтаж аккумулятора. Подведение питания к плате распределения питания.

#### 1.5. Настройка квадрокоптера COEX Клевер 4 WorldSkills Russia.

Включение квадрокоптера. Регулировка компонентов и монтажа. Проведение тестов. Отладка и калибровка датчиков. Проверка работоспособности радиомодулей.

#### 1.6. Подключение аппаратуры.

Осуществление подключения пульта управления к полетному контроллеру. Проверка правильности подключения.

#### 1.7. Предполетная подготовка.

Проверка всех компонентов, правильности монтажа. Поиск возможных неполадок и их исправление. Проверка хода пропеллеров на холостых оборотах.

### **Тема 2. Симулятор.**

#### 2.1. Ручное визуальное пилотирование.

Полет в симуляторе при фиксации камеры на месте. Выполнение задач по изображению фигур в воздухе.

#### 2.2. Теория полетов от первого лица.

Настройка оборудования для полетов от первого лица. Уточнение особенностей управления при FPV-полете. Выполнение необходимых задач и простых фигур в воздухе в симуляторе.

### **Тема 3. Пилотирование квадрокоптера.**

#### 3.1. Полет вручную по маршруту.

Подготовка квадрокоптера COEX Клевер 4 WorldSkills Russia к полету. Проведение базовых процедур. Биндинг пульта. Проверка аппаратуры.

Приведение коптера в состояние готовности. Техника безопасности при полетах на квадрокоптере. Взлет-посадка. Висение. Пролеты по кругу. Исполнение в воздухе фигур.

### 3.2. Автоматический полет.

Выполнение готовых или составление простых программ для автономного полета COEX Клевер 4 WorldSkills Russia. Выполнение полетов.

### 3.3. Полет в FPV.

Проведение полетов от первого лица. Техника безопасности при полетах.

## Тема 4. Компьютерное зрение.

### 4.1. Основы программирования на языке Python.

Описание языка программирования Python. Примеры составления программ. Библиотеки. Описание алгоритмов. Создание простых линейных программ. Конструкция if-elif-else. Цикл for. Цикл while. Операторы break и continue. Создание программ с использованием условных конструкций.

### 4.2. Знакомство с компьютером Raspberry Pi.

Описание компьютера Raspberry. Характеристики компьютера. Применение и примеры проектов на Raspberry. Установка компьютера и камеры на квадрокоптер COEX Клевер 4 WorldSkills Russia. Подключение камеры. Подключение к компьютеру по Wifi. Использование командной строки в ОС Raspbian. Выполнение простых команд.

### 4.3. Автономный полет по меткам.

Описание локальной и глобальной системы координат, примеры использования. Описание механизма распознавания меток ArUco. Подготовка квадрокоптера COEX Клевер 4 WorldSkills Russia к автономному полету. Проверка оборудования. Составление алгоритма и структуры программы для автономного полета. Осуществление автономного полета по расставленным меткам. Перехват полета на ручное управление.

## Тема. Итоговое занятие.

Демонстрация учениками мастерства обращения с коптерами на примере квадрокоптера COEX Клевер 4 WorldSkills Russia. Визуальное пилотирование на время. Полет FPV на время. Выполнение индивидуального задания по автономному полету.

## 5. Методическое обеспечение программы

**методы обучения** (словесный, наглядно-практический; объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, частично-поисковый, исследовательско-проблемный; игровой, дискуссионный, проектный и др.) и воспитания (убеждение, поощрение, упражнение, стимулирование, мотивация и др.);

**формы организации образовательного процесса:** индивидуальная, индивидуально-групповая и групповая;

**формы организации учебного занятия** – беседа, диспут, защита проектов, игра, лабораторное занятие, лекция, мастер-класс, наблюдение, олимпиада, открытое занятие, практическое занятие, презентация;

**педагогические технологии** – технология индивидуализации обучения, технология группового обучения, технология коллективного взаимообучения, технология программированного обучения, технология модульного обучения, технология блочно-модульного обучения, технология дифференцированного обучения, технология разноуровневого обучения, технология развивающего обучения, технология проблемного обучения, технология дистанционного обучения, технология исследовательской



деятельности, технология проектной деятельности, технология игровой деятельности, коммуникативная технология обучения, технология коллективной творческой деятельности, технология развития критического мышления через чтение и письмо, технология портфолио, технология педагогической мастерской, технология образа и мысли, технология решения изобретательских задач и др.

**алгоритм учебного занятия** – краткое описание структуры занятия и его этапов, лекционный материал, практические задания;

**дидактические материалы** – раздаточные материалы, инструкционные, технологические карты, задания, упражнения, образцы изделий и т.п.

## 6. Список литературы

### а) Основная литература

1. 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 20.02.21).
2. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. — Рига, 2010. — Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodtnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf) (дата обращения 20.02.21).
3. 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 20.02.2021).
4. Менчинская Н.А. Проблемы обучения, воспитания и психического развития ребёнка: Избранные психологические труды/ Под ред. Е.,Д.Божович. - М.: МПСИ; Воронеж: НПО «МОДЭК», 2004. - 512с.
5. Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». — Москва, 2016.
6. Доклады и статьи ежегодной научно-практической конференции «Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами» под ред. Бодрова А.С., Безденежных С.И., г. Коломна, 2016. – 274 с.
7. Яценков В. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. Режим доступа: <http://www.ozon.ru/context/detail/id/135412298/> (дата обращения 20.02.2021)

### б) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для осуществления образовательной общеразвивающей программы

1. Квадрокоптер своими руками — пошаговая инструкция по сборке.  
Режим доступа: <https://drongeek.ru/profi/kvadrokopter-svoimi-rukami>
2. Полный справочник (FAQ) о гоночных квадрокоптерах: с чего начать и как летать.  
Режим доступа: <https://profpv.ru/polnyy-spravochnik-faq-o-gonochnyh-kvadro/>
3. Клевер 4 Worldskills Russia.  
Режим доступа: <https://ru.coex.tech/cloverws>