
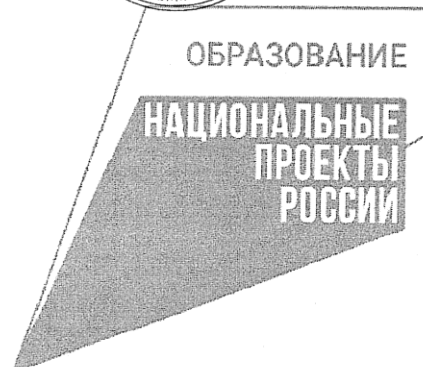


Муниципальное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа № 12»  
х. Алтухов  
Благодарненского муниципального округа  
Ставропольского края

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель Центра  
образования естественно –  
научной и технологической  
направленности "Точка роста"  
 Ф. В. Макова



**ПРОГРАММА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Робототехника»**

**Возрастная категория:** 5-7 классы  
**Состав группы:** 10-20 человек  
**Срок реализации:** 1 год.

Автор и составитель:  
педагог дополнительного образования  
Петров А.В.

х. Алтухов 2024 год

В современном мире беспилотные летательные аппараты (БПЛА) приобретают все большую популярность в качестве легких и недорогих инструментов для исследования, воздушных съемок. Беспилотные летательные аппараты - это бурно развивающийся сегмент мирового рынка в высокотехнологичных отраслях.

В России ведутся разработки по внедрению БПЛА в областях экологической и сельскохозяйственной деятельности, а также при решении различных задач мониторинга местности. Одно из главных преимуществ БПЛА - исключение человеческого фактора при выполнении поставленной задачи, который особенно сказывается в опасных для жизни человека задачах.

Данная программа реализуется в *технической направленности*. Обучающиеся знакомятся с беспилотными летательными аппаратами (квадрокоптерами), различными материалами и инструментами, таким образом приобретают очень полезные в жизни практические навыки.

**Новизна** программы заключается в комплексном изучении предметов и дисциплин, не входящих ни в одно стандартное обучение общеобразовательных школ. При изготовлении моделей обучающиеся сталкиваются с решением вопросов аэродинамики, информационных технологий, у них вырабатывается инженерный подход к решению встречающихся проблем.

**Актуальность** данной программы состоит в том, что она отвечает потребностям обучающихся в техническом творчестве, ориентирована на решение личностных проблем обучающегося, и соответствует социальному заказу общества в подготовке технически грамотных личностей.

**Педагогическая целесообразность** состоит в том, что через изучение и овладение знаниями технических характеристик и информационных технологий формируется техническое мышление обучающегося, готового к разработке и внедрению инноваций в жизнь.

**Практическая значимость.** В ходе подготовки в объединении «Беспилотные летательные аппараты» обучающиеся получают теоретические знания и практические навыки, которые позволяют управлять квадрокоптерами (КВК) в различных погодных условиях. Проводят видеосъемку объектов с различной высоты. Поддерживать видео радиосвязь с летательными аппаратами. Производить запись, обобщение и передачу различной информации, полученной от Беспилотных летательных аппаратов в соответствующие центры. В Вооружённых силах РФ созданы отдельные подразделения БПЛА применяемых в разведывательных целях. Получая навыки в управлении КВК обучаемые смогут успешно освоить БПЛА в Вооружённых силах.

**Отличительная особенность** данной программы заключается в том, что результаты аэросъемки используются для реализации проектов научной, технической, экологической направленности. У обучающихся формируются элементарная грамотность в области видеомонтажа. Программа личностно-ориентирована и составлена так, чтобы каждый обучающийся имел возможность свободно выбрать наиболее интересный объект работы, приемлемый для него.

**Ведущие теоретические идеи:**

1) Аэродинамические особенности КВК, математическое описание КВК, представление его как линейного объекта управления и описания расчётов его полёта.

2) Аэродинамическая модель КВК, представление его как линейного объекта и его математическое моделирование.

3) Концепция реактивного управления полётом КВК в неизвестной среде.

Эволюция развития БПЛА. Методы планирования траектории полёта БПЛА. Программные методы планирования и управления. Аппаратные средства реализации систем управления. Особенности структуры планирования траектории полёта КВК. Требования к системе планирования траектории полёта и управления КВК.

**Ключевые понятия**

**Беспилотный летательный аппарат** (БПЛА, также иногда сокращается как БЛА; в просторечии иногда используется название «беспилотник» или «дрон» (от англ. drone — трутень)) — летательный аппарат без экипажа на борту. [1] Создан для воздушной съёмки и наблюдения в реальном времени за наземными объектами. (Википедия)

**Аэродинамика** – раздел механики сплошных сред, в котором изучаются закономерности движения воздуха и других газов, а также характеристики тел, движущихся в воздухе. (Словари и энциклопедии на Академике).

**Аккумуляторная батарея** — группа однотипных электрических аккумуляторов, соединённых электрически и конструктивно для получения необходимых значений тока и напряжения. (Большой энциклопедический словарь)

**КВК** – квадракоптер.

**ДПЛА** – дистанционно пилотируемые летательные аппараты.

**Цель программы:** приобретение начальных знаний в области сверхлёгких летательных дистанционно пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА), элементов радиотехнических систем дистанционного управления и принципов их работы, авиационного моделирования и практических навыков управления ДПЛА.

**Задачи программы:**

1. Изучить основы теории полета, дистанционного управления;

2. Развить интерес к техническим видам спорта, дисциплинированность, ответственность, стремление добиться результата;

3. Воспитать уважение к инженерному труду, патриотизму и чувство гордости за Отчизну.

### **Принципы:**

– доступность (соответствие возрастным и индивидуальным особенностям);

– наглядность (иллюстративность, наличие дидактических материалов);

– демократичность и гуманизм (взаимодействие педагога и ученика в социуме, реализация собственных творческих потребностей);

– научность (обоснованность, наличие методологической базы и теоретической основы);

– «от простого к сложному» (научившись элементарным навыкам работы, обучающийся применяет свои знания в выполнении сложных творческих работ).

Тематика занятий строится с учетом интересов обучающихся, возможности их самовыражения. В ходе усвоения детьми содержания программы учитывается темп развития специальных умений и навыков, уровень самостоятельности, умение работать в коллективе.

### **Основные формы и методы**

– *словесные*: объяснение, рассказ, чтение, опрос, инструктаж, эвристическая беседа, дискуссия, консультация, диалог;

– *наглядно – демонстрационные*: показ, демонстрация образцов, иллюстраций, рисунков, фотографий, таблиц, схем, чертежей, моделей, предметов;

– *практические*: практическая работа, самостоятельная работа, творческая работа (творческие задания, работа с эмулятором), опыты;

– *метод игры*: ролевые, развивающие;

– *метод диагностики*: комплекс упражнений на развитие воображения, фантазии, задачи на плоскостное конструирование, творческие задания на рационально – логическое мышление, тесты на развитие обучающихся воссоздающего воображения, образного мышления, фантазии, словесно – логического мышления, задания на пространственное;

– *методы стимулирования поведения и выполнения работы*: похвала, поощрение;

– *метод оценки*: анализ, самооценка, взаимооценка, взаимоконтроль;

– *метод информационно - коммуникативный поддержки*: работа со специальной литературой, интернет ресурсами;

– метод компьютерного моделирования;

– метод проектный.

### **Возраст детей и их психологические особенности**

Программа рассчитана на широкий возрастной диапазон обучающихся: 10-14 лет, так как занятия носят познавательный характер, обеспечены демонстрационным материалом, что позволяет их адаптировать к конкретному возрасту, набор обучающихся в объединение – свободный. Подростковый возраст - остро протекающий переход от детства к взрослости. Данный период отличается выходом ребенка на качественно новую социальную позицию, в которой формируется его сознательное отношение к себе как члену общества. Важнейшей особенностью подростков является постепенный подход от прямого копирования оценок взрослых к самооценке, все большая опора на внутренние критерии. Основной формой самопознания подростка является сравнение себя с другими людьми — взрослыми, сверстниками. Поведение подростка регулируется его самооценкой, а самооценка формируется в ходе общения с окружающими людьми. Первостепенное значение в этом возрасте приобретает общение со сверстниками. Общаясь с друзьями, младшие подростки активно осваивают нормы, цели, средства социального поведения, вырабатывают критерии оценки себя и других, опираясь на заповеди «кодекса товарищества». Педагогов воспринимают через призму общественного мнения группы.

**Прогнозируемые результаты:**

После изучения программы обучающиеся должны *знать и понимать:*

- теорию управления КВК;
- правила полётов;
- законы аэродинамики;
- теорию проведения аэрофотосъемки;
- нормы техники безопасности.

*должны уметь:*

- произвести настройку с помощью программного обеспечения;
- дистанционно управлять беспилотным летательным аппаратом;
- осуществлять визуальное пилотирование КВК;
- осуществлять пилотирование КВК с помощью видеоочков;
- осуществлять пилотирование КВК по сложным траекториям;
- осуществлять пилотирование в условиях стесненного пространства;
- осуществлять взлёт-посадку при направленном ветре;
- уметь облетать препятствия;
- уметь оперативно реагировать на изменение условий пилотирования;
- обладать навыками захвата и переноса груза;
- разрабатывать план полёта;
- производить расчеты траектории полета КВК;
- производить аэрофотосъемку объекта или местности;
- создавать цифровые снимки;

- соблюдать технику безопасности при полётах;
- соблюдать время, отведённое на аэрофотосъёмку;
- выполнять фотограмметрическую обработку данных;
- разрабатывать цифровую модель высокого разрешения;
- рассчитывать размеры для плоской развертки;
- соблюдать масштабы полученной модели;
- строить текстуру высокого разрешения;
- соблюдать время, отведённое на построение 3D модели.

### **Механизм оценивания образовательных результатов**

Для оценки качества и степени подготовки, обучаемых в конце периода обучения проводится проверка теоретических и практических навыков. Знания оцениваются по пятибалльной системе. Теоретическая часть включает 10 билетов по 5 вопросов в каждом. При получении неудовлетворительной оценки к практической части обучаемый не допускается и ему предоставляется возможность для дополнительной подготовки и передаче теории.

Практическая часть включает навыки в управлении КВК.

1. Взлёт (на различную высоту), посадка без заваливания, резких рывков;
2. Преодоление подготовительных препятствий на качество и время (тупик, квадрат, змейка), без задевания столбиков.
3. Полёт по указанному маршруту на различных высотах, без выхода за указанные габариты.
4. Видеосъёмка различных объектов и запись на карту памяти.
5. Меры безопасности и правила технического обслуживания при эксплуатации КВК.

### **Формы подведения итогов реализации дополнительной общеобразовательной программы**

Соревнования среди обучающихся по преодолению летательными аппаратами различных искусственных препятствий различной степени сложности. Выполнение практических заданий на правильность и время в соответствии с техническим заданием.

### **Организационно-педагогические условия реализации программы**

Образовательный процесс осуществляется на основе учебного плана, рабочей программы и регламентируется расписанием занятий.

В качестве нормативно-правовых оснований проектирования данной программы выступает:

- Федеральный закон РФ от 29.2012г. № 273-ФЗ - «Об образовании в Российской Федерации»;

- Концепция развития дополнительного образования. Утверждена распоряжением Правительства Р.Ф. от 4.09.2014г. № 1726-р;
- Приказ МОиН РФ от 29 августа 2013 № 1008, г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Письмо МО и Н РФ от 11 декабря 2006 г. № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 4 июля 2014 г. N 41 "Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей"
- Правила внутреннего распорядка, локальные акты МБУ «СОШ №1».

Указанные нормативные основания позволяют разрабатывать образовательные программы с учетом интересов и возможностей обучающихся.

Научно-методическое обеспечение реализации программы направлено на обеспечение широкого, постоянного и устойчивого доступа для всех участников образовательного процесса к любой информации, связанной с реализацией общеразвивающей программы, планируемыми результатами, организацией образовательного процесса и условиями его осуществления.

Социально-психологические условия реализации образовательной программы обеспечивают:

- учет специфики возрастного психофизического развития обучающихся;
- формирование ценности здоровья и безопасного образа жизни; дифференциация и индивидуализация обучения; мониторинг возможностей и способностей обучающихся, выявление и поддержка одаренных детей, (детей с ограниченными возможностями здоровья);
- формирование коммуникативных навыков в разновозрастной среде и среде сверстников.

**Режим занятий:** срок реализации программы – 1 год для 5-7 классов. Объём занятий в год – 204 часа (68 часов – 5 класс, 68 часов – 6 класс, 68 часов – 7 класс). Занятия 3 раза в неделю по 1 часу с перерывом в 10 минут.

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

(5 класс)

№ п/п	Название темы	Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
1.	Вводное занятие	1	1	0
2.	Инструктаж по технике безопасности при работе с различными инструментами и материалами	1	1	0
3.	История развития авиации в нашей стране и мире.	1	0	1
4.	Теория управления КВК	2	1	1
5.	Системы глобального позиционирования GPS и Глонас в управлении БПЛА	3	1	2
6.	Электрооборудование КВК.	4	1	3
7.	Принцип действия и назначение элементов радиуправления	4	1	3
8.	Аэродинамика. Элемент лопасти. Образование подъемной силы. Возникновение тяги винта.	4	2	2
9.	Техника безопасности при сборке и настройке КВК «Клевер-2»	2	1	1
10.	Проверка комплектности конструктора.	2	1	1
11.	Крепление электродвигателей к лучам КВК	2	1	1
12.	Подготовка проводов и пайка к разъемам XT 60 –Pin и Socket, и 5В	2	1	1
13.	Монтаж платы распределения питания	4	1	3
14.	Монтаж отсека АКБ и платы распределения питания	1	1	0
15.	Сборка элементов КВК	1	1	0
16.	Сопряжение приемника и передатчика.	1	0	1
17.	Монтаж контроллеров электродвигателей и радиоприемника.	1	0	1
18.	Монтаж защиты винтов, отсека АКБ и антенн.	1	0	1
19.	Теория визуального пилотирования	1	1	0



20.	Техника безопасности при летной эксплуатации КВК.	1	1	0
21.	Экзамен по технике безопасности	1	0	1
22.	Регулировка КВК перед отрывом	1	0	1
23.	Отрыв, висение, перемещение, приземление КВК.	3	1	2
24.	Полеты на КВК по кругу «хвостом к себе»	4	2	2
25.	Висение и перемещение КВК «бокком к себе»	4	2	2
26.	Висение и перемещение КВК маневрируя «лицом к себе».	4	2	2
27.	Удерживание высоты висения и места по кругу КВК «лицом к себе»	4	2	2
28.	Полеты на КВК по «кругу», выполнение восьмерок «лицом вперед»	7	2	5
29.	Закрепление навыков пилотирования. Итоговое занятие.	1	0	1
	<b>ИТОГО:</b>	<b>68</b>	<b>28</b>	<b>40</b>

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Тема 1. «Вводное занятие»

Знакомство. Знакомство с правилами поведения на занятиях.

Постановка цели и задач на период занятий.

Знакомство с помещениями ДУМ «Смена», демонстрация полетов на КВК в спортивном зале.

### Тема 2. Инструктаж по технике безопасности при работе с различными инструментами и материалами

*Теория.* Ознакомление с правилами безопасной работы с инструментом, приборами, оборудованием. Приемы работы ножом, шилом, паяльником, лобзиком и т.д.

*Практика:* Выполнение пробных приемов работы инструментом.

### Тема 3. «История развития авиации»

*Теория* История рождения авиации в нашей стране и мире. Первые авиаконструкторы. Успехи и неудачи. Возникновение авиационной науки. История развития «БПЛА», разновидности КВК и их назначение.

*Практика.* Биографии и деятельности российских авиаконструкторов и летчиков-испытателей. Ознакомление с компьютерным авиа-симулятором.

Компьютер. Передатчик. Программа.

#### **Тема 4. «Теория управления КВК»**

*Теория.* Основные, базовые элементы КВК. Взаимное влияние работы пропеллеров на устойчивость и управляемость КВК. Работа полетного контроллера.

*Практика.* Пробные взлеты и посадки моделей вертолетов на авиасимуляторе. Техника отрыва, висения и приземления. Распределение внимания пилота в процессе отрыва, висения и приземления.

#### **Тема 5. Системы глобального позиционирования GPS и Глонас в управлении БПЛА**

*Теория* Принцип осуществления позиционирования объектов наземной поверхности при помощи спутников, находящихся на геостационарных орбитах. Использование системы позиционирования в управлении полетом «БПЛА» беспилотных летательных аппаратов.

*Практика.* Правильное положение рук на «стиках» передатчика и величина их отклонения при пилотировании. Отработка отрыва, режима висения и перемещения вертолета на симуляторе.

#### **Тема 6. Электрооборудование КВК**

*Теория.* Состав электрооборудования. Блок питания. Аккумулятор и зарядное устройство. Правила включения и выключения источников эл. энергии. Правила зарядки и эксплуатации LiPo аккумуляторов. Меры предосторожности.

*Практика.* Практическое включение и выключение питания «коптера», постановка на зарядку аккумуляторов. Правила включения и согласования передатчика. Меры безопасности. Правила хранения и перевозки LiPo аккумуляторов. Тренировка на симуляторе для отработки режима висения и перемещения в положении хвостом к пилоту. Научить оценивать величину и скорость отклонения «стиков» с потребными отклонениями для предстоящего маневра.

#### **Тема 7. Принцип действия и назначение элементов радиоуправления.**

*Теория.* Передача радиоволн на большое расстояние. Применение передачи радиосигналов в системе управления КВК «Клевер». Факторы, определяющие дальность передачи радио и телевизионных каналов. Назначение передатчика, приемника, антенн и информационных табло.

*Практика.* Тренировка на симуляторе для отработки режима висения и перемещения КВК в положении «бокком к пилоту». Объяснить особенности управления в данном положении. Необходимо постоянно помнить и учитывать смену направления отклонения «стиков» КВК.

## **Тема 8. Аэродинамика. Элемент лопасти. Возникновение подъёмной силы. Образование тяги «несущего» винта**

*Теория.* Свойства воздуха. Простое толкование образования подъемной силы элемента крыла в установившемся потоке. Определение тяги воздушного винта. Понятия: - (шаг винта),- (легкий и тяжелый винт).

*Практика.* Тренировка на симуляторе для отработки режима висения и перемещений КВК в положении «лицом к пилоту». Особенности пилотирования «КВК в этом положении и необходимость постоянно заставлять себя учитывать смену направления движения «стиками» на противоположное. Для полного усвоения этого элемента, требуются многократные повторения данного упражнения.

## **Тема 9. Техника безопасности при сборке и настройке КВК «Клевер-2»**

*Теория* - Техника безопасности при сборке и настройке «коптера» при подготовке к полету.

*Практика.* Пилотирование «коптера» по прямоугольному маршруту в положении хвостом к пилоту.

## **Тема 10. Проверка комплектности конструктора**

*Теория.* Сверить наличие каждого компонента в наборе. Все двигатели и электронные устройства проверить на работоспособность.

*Практика.* Выполнить тренировочные полеты по прямоугольному маршруту на симуляторе в положении КВК - «лицом к пилоту»

## **Тема 11. Крепление электродвигателей к лучам КВК**

*Теория.* Последовательность действий и особенности установки электродвигателей на лучи КВК.

*Практика.* Распаковать моторы. Укоротить провода на моторах (оставить 25мм).

## **Тема 12. Подготовка проводов и пайка к разъемам XT60 –Pin и Socket**

*Теория.* Основные требования к подготовке и пайке.

*Практика.* Зачистка проводов (снять 2мм изоляции), скрутка, лужение с использованием пинцета. Установка мотора на сторону луча с гравировкой. Прикрутка моторов к лучам винтами М3х8. Лучи расположить, согласно схемы. Направление вращения согласно стрелочкам. Залудить три контактные площадки регулятора оборотов. Припаять провода моторов к контактным площадкам регуляторов оборотов.

## **Тема 13. Монтаж платы распределения питания**

*Теория.* Применение мультиметра, для прозвона платы. Правила

пайки проводов к разъемам.

*Практика.* Лужение контактных площадок. Проверка отсутствия контактного замыкания (прозвонить плату) с помощью мультиметра. Красный Щуп прикладывается к (+), черный к (-). Звуковой сигнал свидетельствует о замкнутости цепи. "BAT-", с каждым контактом "-" и "GND". "BAT+", с каждым контактом, обозначенным "+". Прозвонить цепи на НЕЗАМКНУТОСТЬ: - "BAT+" и "BAT-"; "12V" и "GND"; "5V" и "GND" Сигнал отсутствует.

#### Тема 14. **Монтаж отсека АКБ и платы распределения питания**

*Теория.* Назначение отсека АКБ и о технологии монтажа на элементах корпуса КВК отсека АКБ и платы распределения питания.

*Практика.* Подготовка перемычек (3шт). Резка силового провода длиной 20мм и зачистка с обеих сторон. Лужение. Пайка перемычек по схеме. Прозвонка мультиметром. Приклейка наклейки, в соответствии с полярностью. Приклейка ленты из скотча на дно отсека. Крепление платы питания винтами М3х8 и пластиковыми гайками к центральной раме. [ВАЖНО! - Стрелочка на плате направлена в сторону носового выреза.]

#### Тема 15. **Сборка элементов КВК**

*Теория.* Последовательность сборки основных элементов квадрокоптера. Логика действий пилота для удержания КВК в режиме висения неподвижно, относительно поверхности земли.

*Практика.* Пайка разъема АКБ к контактными площадкам. Пайка разъема 5В, с соблюдением полярности. проверка расположения моторов (моторы с черной гайкой в левом верхнем углу и в правом нижнем), продеваем силовые провода регуляторов в отверстия. Пайка проводов регуляторов к плате питания с соблюдением полярности. [ВАЖНО! Не задевать паяльником пластиковые гайки. Пользоваться пинцетом. После пайки необходимо прозвонить мультиметром.

Тренировочные полеты на симуляторе в условиях слабого ветра.

#### Тема 16. **Сопряжение приемника и передатчика**

*Теория.* Значение сопряжения приемника и передатчика работающих в диапазонах частот- 1,2 и 2,4 ГГц.

*Практика.* Подключение радиоприемника к разъему 5в. Установка джампера на вход (V/VCC). Подключение АКБ. Проверка работы светодиода на радиоприемнике. Зажим кнопки (BIND KEY) на передатчике. Включение передатчика. Ждем, когда светодиод на приемнике загорится непрерывно. Настройка полетного контроллера «PIXHAWK». Обновление прошивки. Подключение пульта. Настройка режимных каналов. Калибровка акселерометра. Полетные режимы. Отключение SAFETY SWITCH. Калибровка регуляторов. Настройка РЮ регуляторов. Проверка настройки. Техника

управления КВК в условиях сильного ветра. Отрыв, зависание, развороты в режиме висения, удержание КВК на заданной высоте и неподвижно, относительно поверхности. - Выполнение упражнений на симуляторе.

### **Тема 17. Монтаж контроллеров электродвигателей и радиоприемника**

*Теория.* Назначение регулятора мотора Преобразование постоянного тока регулятором мотора по сигналу приемника. Питание приемника.

*Практика.* Пайка к регуляторам моторов проводов. Установка пластиковых стоек 30мм на раму винтами М3х8. Крепление приемника к нижней дополнительной раме. Продевание разъема питания 5В в прорезь. Установка радиоприемника на нижнюю дополнительную раму. Установка 3х проводного шлейфа в канал СН-1. Прикрутка нижней дополнительной рамы к стойкам на центральной раме. Укладка регуляторов в защитные боксы и крепление к лучам рамы. Учебные полеты на симуляторе по замкнутому маршруту на скорость.

### **Тема 18. Монтаж защиты винтов, отсека АКБ и антенн.**

*Теория.* 1) Крепление отсека АКБ на верхнюю дополнительную раму винтами М3х12 и гайками. 2) Крепление верхней дополнительной рамы на стойки винтами М3х8. 3) Установкам АКБ отсека. 4) Крепление антенны.

Коптер готов к настройке...

*Практика.* Выполнение полетов на симуляторе по маршруту при сильном ветре на скорость прохождения маршрута.

### **Тема 19. Визуальное пилотирование**

*Теория.* Ознакомление с правилами расположения КВК, относительно пилота, на летной площадке. Ограничения и запреты, которых необходимо придерживаться, выполняя полеты на КВК. Распределение внимания в процессе пилотирования. Влияние внешних условий на принятие решения на выполнение полета (направление и сила ветра, температура воздуха, наличие препятствий...). Предельные расстояния до КВК. Действия при потере визуального контакта с КВК.

### **Тема 20. Техника безопасности при летной эксплуатации КВК**

*Теория.* 1) Правила подключения и отключения источников питания к бортовой и наземной аппаратуре. Порядок применения индивидуальных и общих средств защиты в зоне полетов. Меры предосторожности при полетах FPV (от первого лица).

### **Тема 21. Экзамен по технике безопасности**

*Практика.*

## **Тема 22. Регулировка КВК перед отрывом от поверхности.**

*Теория.* Значение регулировки на этапе «перед отрывом от поверхности». Понятие о центровке КВК. Показать влияние перемещения аккумулятора на центровку. Триммирование КВК в полете.

*Практика.* Установка оборотов винтов КВК, до состояния, предшествующего отрыву от поверхности. КВК начинает соскальзывать с воздушной подушки в сторону, где винты создают меньшую тягу. Кнопками триммеров найти положение, когда тяга всех винтов сравняется. Прodelать упражнение 10 раз.

## **Тема 23. Отрыв, висение, перемещения, приземление КВК**

*Теория.* Основные элементы влета и посадки КВК. Влияние различных факторов на выполнение этих элементов. Техника выполнения данных элементов и распределение внимания в процессе пилотирования.

*Практика.* Выполнение элементов взлета и посадки в спокойном воздухе и при ветре в разных положениях, относительно пилота до полного усвоения

## **Тема 24. Полеты по пилотажной зоне в положении «Хвостом к себе»**

*Теория.* Распределение внимания при пилотировании «Хвостом к себе», оценка инертности КВК и скорости полета при выполнении виражей и разворотов.

*Практика.* Выполнения упражнений, назначенные инструктором, до полного усвоения.

## **Тема 25. Висение и перемещения «Боком к себе».**

*Теория.* Постоянная оценка действий стиками, когда КВК в положении «Боком к себе».

*Практика.* Навыки пилотирования вблизи поверхности в положении «бокoм к себе». Выполнение назначенных инструктором упражнений со сменой положений, левого и правого, поочередно. Выполнять до полного усвоения и достижения уверенных взлетов и посадок.

## **Тема 26. Висение и перемещения «лицом к себе».**

*Теория.* Последовательность действий и распределение внимания при пилотировании КВК «Лицом к себе». Смена направления действия «стиками» на противоположные. Постепенное усложнение упражнений с увеличением высоты висения и темпа перемещения.

*Практика.* Выполнения упражнений, назначенные инструктором, в строгой последовательности и с максимальной концентрацией. При возникновении необходимости увеличения количества летного времени на отработку данного упражнения, объем практики может

быть увеличен.

**Тема 27. Удерживание высоты висения и места по кругу и маневрирование «Лицом к себе».**

*Теория.* Учет ветра, инертности и управляемости КВК при подготовке к выполнению маневрирования.

*Практика.* Перед выполнением задания, подготовиться и предварительно рассчитать траектории участков полета. Тщательно выполнять полетное задание. Особое внимание уделять выдерживанию направления, скорости и высоты полета КВК.

**Тема 28. Полеты на КВК по кругу, выполнение восьмерок «лицом вперед»**

*Теория.* Повторение последовательности подготовки к полету и соблюдение техники безопасности. Оценка условий предстоящего полета и принятие решения на вылет.

*Практика.* Выполнять полетное задание инструктора немедленно реагировать на смену задания в процессе выполнения полета. При возникновении изменений условий, мгновенно анализировать ситуацию и самостоятельно принимать меры по безаварийному продолжению полета или производству посадки.

**Тема 29. Закрепление навыков пилотирования**

*Теория.* Разбор, часто повторяемых ошибок и методы их недопущения в дальнейшем. Повторение действий при, наиболее часто повторяющихся отказах техники.

*Практика.* Предполетная проверка исправности КВК. Самостоятельное устранение дефекта или отказа систем оборудования КВК. Выполнение шлифовочных полетов на КВК.

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (6 класс)

п/п	Тема, раздел программы	Всего часов	в том числе	
			теория	практика
1	Вводное занятие.	1	1	0
2	Правовые основы.	1	1	0
3	Охрана труда и правила эксплуатации.	1	0	1
4	Теоретические основы материальной части.	2	1	1
5	Возможные неисправности КВК и способы их устранения.	6	2	4
6	Теоретические основы съёмки с воздуха с записью на карту памяти.	10	4	6
7	Практические основы базового пилотирования.	12	2	10
8	Обустройство КВК.	1	1	0
9	Управление КВК на оборудованном квадродроме.	20	2	18
10	Подготовка и участие в соревнованиях по управлению КВК.	13	2	11
11	Итоговое занятие	1	0	1
<b>ВСЕГО:</b>		<b>68</b>	<b>16</b>	<b>42</b>

### СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### Тема 1. Вводное занятие

*Теория.* Ознакомление с программой обучения второго года и графиком работы творческой лаборатории. Значение беспилотных летательных аппаратов в современных условиях. Цели и задачи. Прогнозируемые результаты.

*Практика. Решение тестового задания*

В результате изучения данной темы обучающиеся

*будут знать:*

- основные направления работы творческой лаборатории, цели и задачи программы;
- значение беспилотных летательных аппаратов в современных условиях.

#### Тема 2. Правовые основы

*Теория.* Действующие законодательные нормы, проект законово беспилотниках, законодательство других стран в этой сфере.

В результате изучения данной темы обучающиеся



*будут знать:*

- действующие законодательные нормы, проект законов о беспилотниках.

### **Тема 3. Охрана труда и правила эксплуатации**

*Теория.* Общие требования по охране труда. Требования охраны труда перед началом работы. Требования охраны труда во время работы. Безопасность при подготовке к вылету. Безопасность перед взлётом. Безопасность при производстве полетов. Требования охраны труда в аварийных ситуациях. Потенциально опасные манёвры. Порядок действий в случае удара об землю или жесткой посадки. Порядок действия после запланированной посадки.

*Практика.* Решение тестов по охране труда и правилам эксплуатации.

Обучающейся должен знать и понимать:

- меры предосторожности и порядок действий в аварийных ситуациях;
- связь человеческого фактора с безопасностью полетов.

### **Тема 4. Теоретические основы материальной части**

*Теория.* Техническая документация. Основные типы конструкции беспилотных летательных аппаратов КВК. Устройство КВК и описание физических основ полёта; пульт управления, назначение различных кнопок, переключателей, джойстиков и индикаторов. Аккумуляторная батарея, правила эксплуатации и безопасности при обращении, правила хранения и транспортировки.

*Практика.* Обязанности по обеспечению предполётной подготовки. Порядок демонтажа, осмотра и монтажа элементов.

Обучающейся должен знать и понимать:

- техническую документацию;
- основные типы конструкции беспилотных летательных аппаратов КВК;
- лётно-технические характеристики КВК;
- основы аэродинамики и динамики полета КВК;
- влияние установки системы функционального оборудования и центровки на летные характеристики и на поведение КВК в полёте;
- профессиональную фразеологию и терминологию;
- теории предмета и взаимосвязей с другими предметами;
- состав и принцип функционирования БПЛА;
- обязанности по обеспечению предполётной подготовки;
- схему сборки-разборки КВК;
- технические схемы;
- электрические схемы;

- влияние и последствия демонтажа определенных элементов для общей системы БПЛА;
  - порядок демонтажа, осмотра и монтажа элементов.
- Обучающийся должен уметь:
- выполнять порядок демонтажа, осмотра и монтажа элементов.

### **Тема 5. Возможные неисправности КВК и способы их устранения**

*Теория.* Дефекты в установке моторов. Дефекты в установке регуляторов. Дефект в соединении мотора к регулятору. Дефекты установки полетного контроллера. Дефект установки аккумуляторной батареи. Дефекты вывода антенн приёмника. Дефекты установки защит. Определение синхронности приемника с аппаратурой управления. Дефекты в подключении (направления вращения) моторов. Устранение недостатков конструкции. Качество пайки

Дефекты подключения регуляторов к полетному контроллеру. Дефекты подключения приемника РУ к полетному контроллеру. Тестирование и калибровка

*Практика.* Предполётная подготовка и фиксация всех действий в листе предполётной подготовки

Обучающийся должен знать и понимать:

- возможные неисправности КВК и способы их устранения;

Обучающийся должен уметь:

- выполнять предполётную подготовку и фиксацию всех действий в листе предполётной подготовки.

### **Тема 6. Теоретические основы съёмки с воздуха с записью на карту памяти**

*Теория.* Основное оборудование. Тип подвеса. Камера. Пропеллеры. Балансировка пропеллеров. Фильтр нейтральной плотности (ND фильтр). Дополнительное оборудование. Запасные винты. Настройка дрона и камеры. Методика воздушных дронов.

*Практика.* Проверка наличия запасных частей и принадлежностей. Выполнение процедуры настройки компаса. Проверка качества спутниковой связи. Подключение пульта управления. Проверка настройки камеры и подвеса. Установка параметра высоты для автоматического возврата домой. Запуск режима записи. Выключение дрона и извлечение из него полетной батареи. Резервное копирование. Замена карты памяти и подготовка запасной батареи. Ортофотосъемка. Теорию проведения аэрофотосъемки. Нормы техники безопасности. Облет объекта. Составление и подача плана полёта. Калибровка компаса. Контрольное висение не менее 30 секунд. Соблюдение техники безопасности полёта. Выполнение аэрофотосъемки

Создание трёхмерного изображения. Получение корректно экспонированных фотоснимков. Построение разреженного облака точек. Оптимизация разреженного облака и корректировка рассчитанных позиций камер. Задание области обработки. Построение плотного облака точек. Получение 3D-модели достаточного разрешения. Построение текстуры достаточного разрешения. Создание скриншотов для отчета.

Обучающейся должен знать и понимать:

– возможные неисправности КВК и способы их устранения;

Обучающийся должен уметь:

– выполнять предполётную подготовку и фиксацию всех действий в листе предполётной подготовки.

## **Тема 7. Практические основы базового пилотирования**

*Теория.* Основы техники безопасности. Взлёт, базовые фигуры, посадка. Различные режимы полёта.

*Практика.* Взлет и посадка. Взлет на высоту 0,5-1 м, плавное снижение и приземление, повторяем 20 раз или более. Удержание позиции в воздухе. Удержание квадрокоптера на одной высоте и в одной точке. Удержание квадрокоптера на высоте 1м от земли прямо над местом взлета в течение 30 секунд. Движение стиком газа вверх-вниз. Удержание пульта радиоуправления м двумя руками. (Пальцы обеих рук всегда держатся за стики, левая за стик газа/поворота, правая направления вперед/назад/влево/вправо). Отработка приемов плавного движения стика. Отработка удержание стика указательным и толстым пальцами. Посадка в точку взлета. Взлет, полет в любую сторону на 2 м, возвращение к точке взлета, плавное приземление. Поворот носа. Поворот передом, боком, задом при движении стика впереди квадрокоптера. Взлет, удержание высоты 1м, поворот квадрокоптера по часовой стрелке на 180 градусов, поворот обратно против часовой стрелки на 180 градусов, приземление в точку взлета. Удержание высоты. Отработка задания при развороте квадрокоптера при отклонении на высоте не более 0,2м.

Практическая отработка возможных действий для предотвращения поломки или потери КВК. Самоподготовка: нарисовать схемы базовых фигур.

Обучающейся должен знать и понимать:

– основы техники безопасности. Взлёт, базовые фигуры, посадка.

Различные режимы полёта;

Обучающийся должен уметь:

– выполнять основы базового пилотирования.

## **Тема 8. Обустройство КВК**

*Теория.* Рама квадрокоптера. Плата управления квадрокоптером. Набор датчиков. Двигатели квадрокоптера. Аккумулятор квадрокоптера. Управление квадрокоптером.

Обучающейся должен знать и понимать:

- обустройство КВК.

## **Тема 9. Управление КВК на оборудованном квадродроме**

*Теория.* Пилотирование визуальное и в FPV очках. Составление плана полёта.

*Практика.* Дистанционное управление коптером в пределах прямой визуальной видимости. Дистанционное управление коптером при полете по FPV. Соответствие маршрута составленному плану. Прохождение трассы. Взлёт- Взлет и посадка в нормальных условиях. Взлет посадка в затруднённых условиях. Взлет и посадка с искусственным ветром. Взлеты с площадок ограниченных размеров. Взлёт с площадки, имеющей уклон.

Полеты с грузом. Установка подвеса. Захват груза. Перенос груза в заданную точку. Пилотирование на трассе. Прохождение всех ворот. Прохождение поворотных столбов с верной стороны. Прохождение «круга»

Посадка на метку «Финиш». Фиксация параметров полета коптера. Соблюдение правил безопасности при полёте.

Ортофотосъемка. Теория проведения аэрофотосъемки. Нормы техники безопасности. Облет объекта. Составление и подача плана полёта. Калибровка компаса. Контрольное висение не менее 30 секунд. Соблюдение техники безопасности полёта. Выполнение аэрофотосъёмки

Создание трёхмерного изображения. Получение корректно экспонированных фотоснимков. Построение разреженного облака точек. Оптимизация разреженного облака и корректировка рассчитанных позиций камер. Задание области обработки. Построение плотного облака точек. Получение 3D-модели достаточного разрешения. Построение текстуры достаточного разрешения. Создание скриншотов для отчета.

*Обучающийся должен знать и понимать:*

- теорию управления КВК;
- правила полётов;
- законы аэродинамики;
- теорию проведения аэрофотосъемки;
- нормы техники безопасности.

*Обучающийся должен уметь:*

- произвести настройку с помощью программного обеспечения;
- дистанционно управлять беспилотным летательным аппаратом;
- осуществлять визуальное пилотирование КВК;
- осуществлять пилотирование КВК с помощью видеоочков;
- осуществлять пилотирование КВК по сложным траекториям;
- осуществлять пилотирование в условиях стесненного пространства;
- осуществлять взлёт-посадку при направленном ветре;
- уметь облетать препятствия;
- уметь оперативно реагировать на изменение условий пилотирования;

- обладать навыками захвата и переноса груза;
- разрабатывать план полёта;
- производить расчеты траектории полета КВК;
- производить аэрофотосъёмку объекта или местности;
- создавать цифровые снимки
- соблюдать технику безопасности при полётах;
- соблюдать время, отведённое на аэрофотосъёмку;
- выполнять фотограмметрическую обработку данных;
- разрабатывать цифровую модель высокого разрешения;
- рассчитывать размеры для плоской развертки;
- соблюдать масштабы полученной модели;
- строить текстуру высокого разрешения;
- соблюдать время, отведённое на построение 3D модели.

(Вход – выход из тупика, преодоление змейки). Участие в соревнованиях по управлению КВК.

#### Тема 10. Итоговое занятие

Анализ. Выводы. Противоречия. Результат. Основные направления деятельности на новый учебный год. Механизм отслеживания результатов.

### УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

(7 класс)

№	Раздел	Всего	В том числе	
			Теория	Практика
<b>1</b>	<b>Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
1.1	Введение в образовательную программу третьего года обучения	3	1	0
1.2	Устройство и принцип работы универсальной системы радиуправления	3	1	2
1.3	Принципы управления и строение мультикоптеров.	3	2	1
1.4	Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета	3	2	1
1.5	Основы техники безопасности полётов	3	2	1
1.6	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	3	2	1

1.7	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами	3	0	3
1.8	Технология пайки. Техника безопасности.	3	0	3
1.9	Обучение пайке.	3	0	3
1.10	Визуальные полёты на симуляторе.	3	2	1
<b>2</b>	<b>Сборка и настройка квадрокоптера</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>7</b>
2.1	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	1	1	0
2.2	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	1	1	0
2.3	Сборка рамы квадрокоптера.	2	0	2
2.4	Пайка ESC (электронного регулятора скорости), ВЕС (преобразователя питания) и силовой части.	2	0	2
2.5	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	1	0	1
2.6	Инструктаж по технике безопасности полетов.	1	1	0
2.7	Повторные учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.	1	0	1
2.8	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	1	0	1
<b>3</b>	<b>Подготовка проектных работ</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Защита проектов</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Установка и настройка FPV (системы передачи видео с борта БПЛА)</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>1</b>
5.1	Устройство FPV. Применяемое оборудование, его настройка.	2	1	1

5.2	Установка и подключение видеоборудования.	2	2	0
5.3	FPV полёты на симуляторе.	4	4	0
5.4	Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	4	4	0
5.5	Теоретические основы базового пилотирования	2	2	0
5.6	Теоретические и практические основы сложного маневрирования	6	3	3
5.7	Практические основы съёмки с воздуха.	12	0	12
5.8	Тренировка по управлению КВК на оборудованном КВК	1	1	0
5.9	Подготовка и участие в соревнованиях по КВК	4	3	1
5.10	Редактирование видеозаписей	2	1	1
<b>6</b>	<b>Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
6.1	Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров	1	1	0
6.2	Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»	1	0	1
6.3	Установка и настройка микроконтроллера на БПЛА.	1	0	1
6.4	Тестирование и отладка полета БПЛА с использование машинного зрения. Автономный взлет/посадка, зависание в точке, перемещение по аруко меткам.	1	1	0
<b>7</b>	<b>Знакомство с системой глобального позиционирования GPS.</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
7.1	Устройство и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА	2	0	2
7.2	Установка, настройка и испытания (автономный полет по маршруту) системы глобального позиционирования	2	2	0

<b>8</b>	<b>Защита проектов</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>
	<b>ИТОГО:</b>	<b>68</b>	<b>32</b>	<b>36</b>

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ОСНОВНОЙ БЛОК №1

### Тема 1. Теория беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)

Тема 1.1. Введение в образовательную программу третьего года обучения

*Теория.* Ознакомление с программой обучения третьего года и графиком работы творческой лаборатории. Цели и задачи. Прогнозируемые результаты.

Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем.

В результате изучения данной темы обучающиеся *будут знать:*

- основные направления работы творческой лаборатории, цели и задачи программы;
- устройство мультироторных системы основы конструирования.

Тема 1.2. Устройство и принцип работы универсальной системы радиоуправления

*Теория.* Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство.

*Практика.* Принцип работы универсальной системы управления.

В результате изучения данной темы обучающиеся *будут знать:*

- аппаратуру радиоуправления: принцип действия, общее устройство

*будет уметь:*

- представление о принципе работы универсальной системы управления.

Тема 1.3. Принципы управления и строение мультикоптеров

*Теория.* Принципы управления мультироторными системами.

Основные элементы мультикоптера. Различия конструкций мультикоптеров.

В результате изучения данной темы обучающиеся *будут знать:*

- принципы управления и строение мультикоптера.



Тема 1.4. Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета  
*Теория.* Принципы управления самолета. Основные элементы БПЛА на базе самолета. Преимущества и недостатки по сравнению с мультикоптером.

В результате изучения данной темы обучающиеся  
*будут знать:*

- принципы управления и строение БПЛА на базе самолета

Тема 1.5. Основы техники безопасности полётов  
*Теория.* Техника безопасности при работе с мультироторными системами.

В результате изучения данной темы обучающиеся  
*будут знать:*

- технику безопасности при работе с мультироторными системами.

Тема 1.6. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы  
*Практика.* Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.

В результате изучения данной темы обучающиеся  
*будут уметь:*

- владеть приемами безопасной работы с оборудованием.

Тема 1.7. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами  
*Практика.* Зарядка. Разрядка. Балансировка. Хранение.

В результате изучения данной темы обучающиеся  
*будут уметь:*

- владеть навыками работы с литий- полимерными аккумуляторами.

Тема 1.8. Технология пайки. Техника безопасности.

*Практика (2 часа).* Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем. Техника безопасности при работе с паяльником. Защитные средства при пайке.

В результате изучения данной темы обучающиеся  
*будут уметь:*

- владеть навыками по технологии пайки

Тема 1.9. Обучение пайке

*Практика.* Пайка проводов между собой, к контактными

площадкам, пайка силовых проводов, пайка с использованием специальных жидкостей.

В результате изучения данной темы обучающиеся *будут уметь*:

- владеть приемами пайки.

Тема 1.10. Визуальные полёты на симуляторе

*Теория.* Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютерном симуляторе, проведение учебных полётов на симуляторе.

В результате изучения данной темы обучающиеся *будут знать*:

- о визуальных полётах на симуляторе.

**Тема 2. Сборка и настройка квадрокоптера**

Тема 2.1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.

*Теория.* Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

В результате изучения данной темы обучающиеся *будут знать*:

- устройство полётного контроллера;
- принципы его функционирования;
- настройку контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

Тема 2.2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.

Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.

Тема 2.3. Сборка рамы квадрокоптера.

Тема 2.4. Пайка ESC (электронного регулятора скорости), ВЕС (преобразователя питания) и силовой части.

Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.

Тема 2.5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления

Тема 2.6. Инструктаж по технике безопасности полетов.

Тема 2.7. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.

Тема 2.8. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

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».

Разбор аварийных ситуаций.

#### **Тема 4. Защита проектов**

#### **Тема 5. Установка и настройка FPV (системы передачи видео с борта БПЛА)**

Тема 5.1. Устройство FPV. Применяемое оборудование, его настройка.

Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.

Тема 5.2. Установка и подключение видеооборудования.

Тема 5.3. FPV полёты на симуляторе.

Тема 5.4. Пилотирование с использованием FPV- оборудования.

#### **Тема 5.5 Теоретические основы базового пилотирования**

Теорию управления КВК. Правила полётов. Законы аэродинамики.

Режимы полёта. Подвес и режимы работы камеры. Рассмотрение типичных нештатных ситуаций.

#### **Тема 5.6 Теоретические и практические основы сложного маневрирования**

Быстрый спуск, полёт на большой высоте, полёты в дождь и при низкой температуре. Полёты с неисправной батареей, вблизи препятствий, вне визуального контакта. Управление КВК в различных условиях окружающей обстановки (местности, времени года и суток, освещённости).

#### **Тема 5.7 Практические основы съёмки с воздуха.**

Настройка камеры КВК, подключение карты памяти, подключение и настройка принимающего устройства.

#### **Тема 5.8 Тренировка по управлению КВК на оборудованном КВК**

Пилотирование визуальное и в FPV очках. Составление плана полёта.

Дистанционное управление коптером в пределах прямой визуальной видимости. Дистанционное управление коптером при полете по FPV. Соответствие маршрута составленному плану. Прохождение трассы. Взлёт-Взлет и посадка в нормальных условиях. Взлет посадка в затруднённых условиях. Взлет и посадка с искусственным ветром. Взлеты с площадок ограниченных размеров. Взлёт с площадки, имеющей уклон.

Полеты с грузом. Установка подвеса. Захват груза. Перенос груза в заданную точку. Пилотирование на трассе. Прохождение всех ворот. Прохождение поворотных столбов с верной стороны. Прохождение «круга»

Посадка на метку «Финиш». Фиксация параметров полета коптера.  
Соблюдение правил безопасности при полёте.

Ортофотосъемка. Теорию проведения аэрофотосъемки. Нормы техники безопасности. Облет объекта. Составление и подача плана полёта. Калибровка компаса. Контрольное висение не менее 30 секунд. Соблюдение техники безопасности полёта. Выполнение аэрофотосъёмки

Создание трёхмерного изображения. Получение корректно экспонированных фотоснимков. Построение разреженного облака точек. Оптимизация разреженного облака и корректировка рассчитанных позиций камер. Задание области обработки. Построение плотного облака точек. Получение 3D-модели достаточного разрешения. Построение текстуры достаточного разрешения. Создание скриншотов для отчета.

*Обучающийся должен знать и понимать:*

- теорию управления КВК;
- правила полётов;
- законы аэродинамики;
- теорию проведения аэрофотосъемки;
- нормы техники безопасности.

*Обучающийся должен уметь:*

- произвести настройку с помощью программного обеспечения;
- дистанционно управлять беспилотным летательным аппаратом;
- осуществлять визуальное пилотирование КВК;
- осуществлять пилотирование КВК с помощью видеоочков;
- осуществлять пилотирование КВК по сложным траекториям;
- осуществлять пилотирование в условиях стесненного пространства;
- осуществлять взлёт-посадку при направленном ветре;
- уметь облетать препятствия;
- уметь оперативно реагировать на изменение условий пилотирования;
- обладать навыками захвата и переноса груза;
- разрабатывать план полёта;
- производить расчеты траектории полета КВК;
- производить аэрофотосъёмку объекта или местности;
- создавать цифровые снимки
- соблюдать технику безопасности при полётах;
- соблюдать время, отведённое на аэрофотосъёмку;
- выполнять фотограмметрическую обработку данных;
- разрабатывать цифровую модель высокого разрешения;
- рассчитывать размеры для плоской развертки;
- соблюдать масштабы полученной модели;
- строить текстуру высокого разрешения;
- соблюдать время, отведённое на построение 3D модели.

## **Тема 5.9 Подготовка и участие в соревнованиях по КВК**

Выявление неисправностей и предполетная подготовка. Пилотирование. Пилотирование визуальное и по FPV. Взлёт и посадка в затруднённых условиях. Полёты с грузом. Пилотирование по трассе. Ортофотосъемка. Облет объекта. Ортофотосъемка. Облет объекта.

## **Тема 5.10 Редактирование видеозаписей**

## **Тема 6. Программирование мультироторных систем. Автономные полёты.**

6.1. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров

Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков

6.2. Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»

Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров»: основы программирования, написание простых программ.

Тема 6.3. Установка и настройка микроконтроллера на БПЛА.

Тема 6.4. Тестирование и отладка полета БПЛА с использованием машинного зрения. Автономный взлет/посадка, зависание в точке, перемещение по ArUco меткам.

## **Тема 7. Знакомство с системой глобального позиционирования GPS.**

Тема 7.1. Устройство и принцип работы системы глобального позиционирования для БПЛА

Знакомство с системой глобального позиционирования и ее использованием в беспилотной авиации. Виды систем GPS. Недостатки современных систем и варианты замены GPS на другие системы позиционирования в пространстве.

Тема 7.2. Установка, настройка и испытания (автономный полет по маршруту) системы глобального позиционирования.

Полевые испытания БПЛА с GPS. Полет по заданному маршруту. Возвращение в точку взлета в экстренных ситуациях. Картография местности с помощью БПЛА.

Тема 8. Подготовка проектных работ

Тема 9. Защита проектов.

Тема 10. Итоговое занятие

Анализ. Выводы. Противоречия. Результат. Основные направления деятельности на новый учебный год. Механизм отслеживания результатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Литература для педагога:*

1. Jesse, Russell Беспилотный летательный аппарат / Jesse Russell. - М.: VSD, 2012. - **277** с.
2. Sonja, Poulton Летательные аппараты / Sonja Poulton. - М.: Балтийская книжная компания, **2014**. - **419** с.
3. Technology of Airplane and Helicopter Manufacturing: Fundamentals of Aircraft Manufacturing / Технология производства самолетов и вертолетов. Основы технологии производства летательных аппаратов / В. Сикульский и др. - М.: Харьковский авиационный институт, **2014**. - 208 с.
4. Бауэрс П. Летательные аппараты нетрадиционных схем / Бауэрс, П. - М.: Мир, **2016**. - 320 с.
5. Василин, Н. Я. Беспилотные летательные аппараты / Н.Я. Василин. - М.: Попурри, **2012**. - 272 с.
6. Володин, В. В. Автоматизация проектирования летательных аппаратов / В.В. Володин. - М.: Машиностроение, **2010**. - 256 с.
7. Гладкий, В. Ф. Вероятностные методы проектирования конструкции летательного аппарата / В.Ф. Гладкий. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", **2017**. - 272 с.
8. Гурина Т.А. Качественные методы дифференциальных уравнений в теории управления летательными аппаратами / Гурина Татьяна Алексеевна. - М.: Московский авиационный институт (МАИ), 2014. - **614** с.
9. Зеленов, М.В. Аппарат ЦК РКП (б) - ВКП (б), цензура и историческая наука в 1920-е годы / М.В. Зеленов. - М.: Нижний Новгород: Нижполиграф, **2014**. - 540 с.
10. Зоншайн, С. И. Аэродинамика и конструкция летательных аппаратов / С.И. Зоншайн. - М.: Высшая школа, **2010**. - 364 с.
11. Калугин, В. Т. Аэрогазодинамика органов управления полетом летательных аппаратов / В.Т. Калугин. - Москва: ИЛ, **2013**. - 688 с.
12. Макаров, Ю. В. Летательные аппараты МАИ / Ю.В. Макаров. - М.: МАИ, **2015**. - 256 с.
13. Матвеевко А.М. 101 выдающийся летательный аппарат мира / Матвеевко Александр Макарович. - М.: Московский авиационный институт (МАИ), **2016**. - **993** с.
14. Московкин, Л. Н. Коммутационная аппаратура летательных аппаратов. Технология изготовления и оборудование / Л.Н. Московкин, И.В. Борисов, И.И. Захаров. - Москва: СПб. [и др.]: Питер, **2011**. - 256 с.
15. Новоселов, В.И. Делопроизводство в государственном аппарате / В.И. Новоселов, А.Н. Сокова. - С.: Саратовского университета, **2016**. - 248 с.
16. Остославский И. В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов / И.В. Остославский, И.В. Стражева. - М.: Оборонгиз, Государственное научно-техническое издательство, **2012**. - 430 с.

17. Остославский, И.В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов / И.В. Остославский. - М.: Медиа, **2016**. - **413** с.
18. Петров Б.Н. Автоматическое управление космическими летательными аппаратами / Б.Н. Петров. - М.: Наука, **2010**. - 496 с.
19. Петров, К.П. Аэродинамика элементов летательных аппаратов / К.П. Петров. - М.: ЁЁ Медиа, **2013**. - **255** с.
20. Рассел Д. Боевая живучесть (летательных аппаратов) / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2013. - **138** с.
21. Резников, Г. Б. Антенны летательных аппаратов / Г.Б. Резников. - М.: Советское радио, **2011**. - 416 с.
22. Сильвестров, М.М. Автоматизация управления летательными аппаратами с учетом человеческого фактора / М.М. Сильвестров, Л.М. Козиоров, В.А. Пономаренко. - М.: Машиностроение, **2013**. - 184 с.
23. Сихарулидзе Ю. Г. Баллистика летательных аппаратов / Ю.Г. Сихарулидзе. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", **2010**. - 352 с.
24. Сорокин В. Воздухоплавание. История летательных аппаратов на марках / Виталий Сорокин. - М.: ИЛБИ, **2012**. - 184 с.
25. Эшли, Х. Инженерные исследования летательных аппаратов / Х. Эшли. - М.: Машиностроение, **2016**. - 424 с.

***Литература для обучающегося:***

1. Василин, Н. Я. Беспилотные летательные аппараты / Н.Я. Василин. - М.: Попурри, **2012**. - 272 с.
2. Володин, В. В. Автоматизация проектирования летательных аппаратов / В.В. Володин. - М.: Машиностроение, **2010**. - 256 с.
3. Гладкий, В. Ф. Вероятностные методы проектирования конструкции летательного аппарата / В.Ф. Гладкий. - М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства "Наука", **2017**. - 272 с.
4. Зоншайн, С. И. Аэродинамика и конструкция летательных аппаратов / С.И. Зоншайн. - М.: Высшая школа, **2010**. - 364 с.
5. Калугин, В. Т. Аэрогазодинамика органов управления полетом летательных аппаратов / В.Т. Калугин. - Москва: ИЛ, **2013**. - 688 с.
6. Макаров, Ю. В. Летательные аппараты МАИ / Ю.В. Макаров. - М.: МАИ, **2015**. - 256 с.
7. Петров, К.П. Аэродинамика элементов летательных аппаратов / К.П. Петров. - М.: ЁЁ Медиа, **2013**. - **255** с.

## МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основной формой работы в объединении «Беспилотные летательные аппараты», - является учебно-практическая деятельность. На занятиях используются *различные формы работы*, это — индивидуальная (самостоятельное выполнение заданий); групповая, которая предполагает наличие системы «руководитель - группа - обучающийся»; парная, которая может быть представлена парами сменного состава; где действует разделение труда, которое учитывает интересы и способности каждого обучающегося, существует взаимный контроль перед группой.

*Используются следующие методы обучения:*

- словесный (рассказ, беседа, лекция);
- наглядный (показ, демонстрация, экскурсия);
- практический.

*Проводятся такие виды занятий, как:*

- комбинированные;
- получение и закрепление изученного материала;
- обобщающие занятия.

Очень важно донести до каждого ребёнка ощущение радости от обучения, осознание своей роли в общем деле.

## МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

1. Конструктор программируемого квадрокоптера Клевер 2,0 - 1 шт.
2. Набор FPV для конструктора Клевер 2.0 - 10 шт.
3. Квадрокоптер DJI Phantom 4 PRO – 4шт. (пульт управления - 1 шт.; винты - 4 пары; батарея Intelligent Flight - 1 шт.; зарядное устройство - 1 шт.; кабель питания - 1 шт.; фиксатор подвеса - 1 шт.; кабель USB OTG - 1 шт.; кабель Micro USB - 1 шт.; магнитный кейс - 1 шт.);
4. FPV очки DJI GOOGLES - 2 шт.
5. Квадрокоптеры Hubsan H507D - 6 шт.,
6. Квадрокоптер DJI Mavic PRO Combo – 1 шт.
7. Запасные части (пропеллеры, защита пропеллеров, интеллектуальные аккумуляторные батареи, адаптеры пропеллеров, фильтры для видеокамеры, переходники и кабели USB для DJI Phantom 4)
8. Школа пилотов - курс (DJI Phantom 4) - 1 шт





## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### **Итоговая аттестация**

#### ***Вопросы по теоретической части***

1. Устройство КВК.
2. Физические основы полёта.
3. Меры безопасности при управлении КВК. Потенциально опасные манёвры.
4. Возможные неисправности КВК и способы их устранения.
5. Видеокамера. Подвес камеры и режим работы.
6. Нештатные ситуации и способы их преодоления.
7. Управление КВК вне визуального контакта.
8. Полёты при низкой температуре и других аномальных условиях.
9. Пульт управления, назначение различных кнопок, переключателей, джойстиков и индикаторов.
10. Аккумуляторная батарея, правила эксплуатации и безопасности при обращении с КВК.

#### ***Вопросы по практической части***

1. Установка КВК для полёта. Углы наклона при взлёте.
2. Взлёт. Базовые фигуры посадки.
3. Различные режимы полёта. Практическая обработка возможных действий для предотвращения поломки или потери КВК.
4. Управление КВК в различных условиях окружающей среды (времени суток, освещённости, местности, при дожде, снеге, ветре).
5. Управление КВК при полёте на небольшой высоте.
6. Возможные неисправности КВК и способы их устранения.
7. Разборка и сборка КВК, замена винтов.
8. Замена АКБ и её зарядка.
9. Съёмка с воздуха. Управление КВК по видеотелефону.
10. Составление видеороликов на заданную тему.

### ***Тест для проверки знаний по истории развития авиации***

*На каком летательном аппарате человек впервые поднялся в воздух?*

- а) аэроплан
- б) дирижабль
- в) воздушный шар
- г) дельтаплан

*Какое расстояние смог пролететь самолет братьев Райт в первом успешном полете 17 декабря 1903 года?*

- а) 37 м
- б) 370 м
- в) 3,7 км
- г) 37 км

*Какой двигатель был на первом самолете братьев Райт?*

- а) паровой
- б) бензиновый
- в) дизельный
- г) электрический

*Кто одним из первых экипажей совершил беспосадочный перелет через Северный полюс в Америку?*

а) экипаж в составе Валерия Чкалова, Георгия Байдукова, Александра Белякова;

б) экипаж в составе Сигизмунда Леваневского, Валентина Гризодубова, Сергея Анохина

*Только в авиации существует такое воинское подразделение, как ...*

- а) рота
- б) батарея
- в) эскадрилья
- г) взвод

*Для чего на заре развития авиации в обмундирование летчиков были введены шелковые шарфы?*

- а) как униформа для летчиков
- б) для вытирания вспотевших рук
- в) для красоты
- г) для уменьшения натирания шеи

*Как называется «гараж» для самолета?*

- а) депо
- б) эллинг
- в) док
- г) ангар

*Какие вы знаете самолеты (назовите их):*

- а) Великой Отечественной войны
- б) современные
- в) гражданские
- г) воздушного флота

*Кто совершил первый беспосадочный перелет через Атлантику?*

- а) Александр Можайский
- б) братья Райт
- в) Чарльз Линдберг
- г) Константин Циолковский

*Как называется боевой самолет, предназначенный для борьбы с авиацией противника?*

- а) штурмовик
- б) бомбардировщик
- в) истребитель
- г) разведчик

## ***Вопросы к диагностике обучающихся первого года обучения***

1. Назовите главные части КВК?
2. Чем отличается рабочий чертеж от других чертежей?
3. Что вы знаете о понятии аэродинамика?
4. Чем отличаются квадрокоптер от гексакоптера?
5. Какие основные правила регулировки вы знаете?
6. Что вы знаете об изобретателях самолетов?
7. Для чего самолету требуется источник тяги?
8. Какое различие между ветром и восходящими или нисходящими потоками

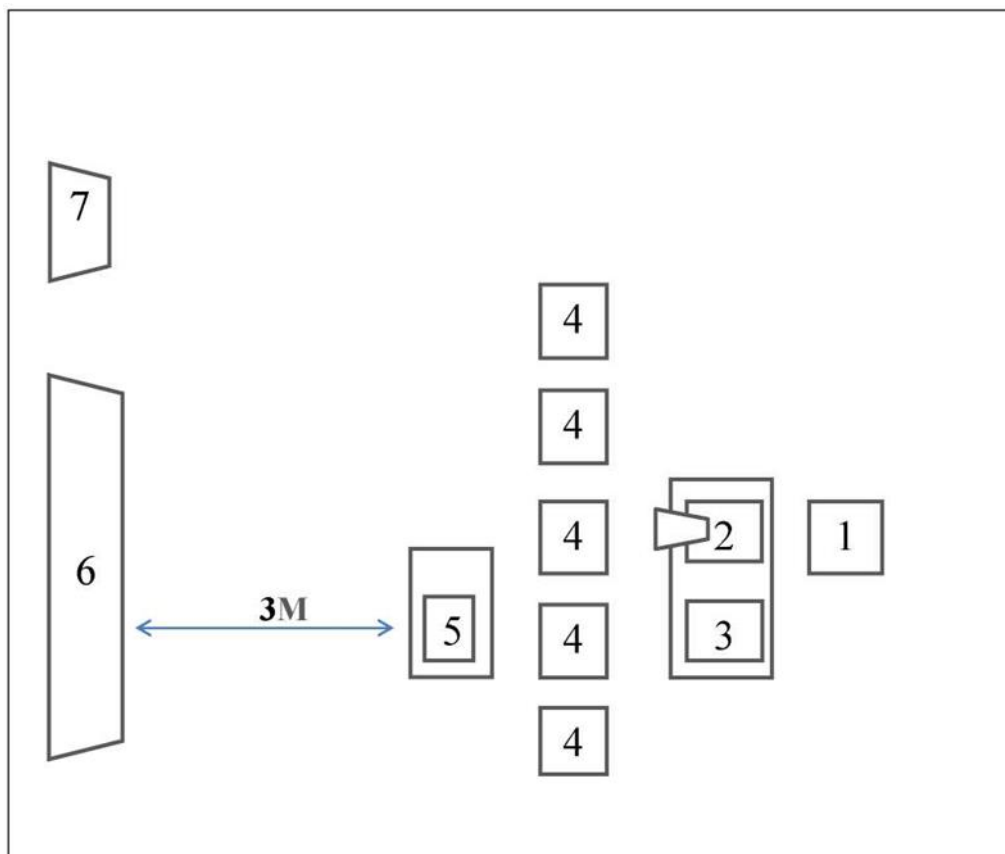
Формы и критерии оценки результативности определяются самим педагогом и заносятся в протокол чтобы можно было определить отнесенность обучающихся к одному из трех уровней результативности: **высокий, средний, низкий.**

Критериями оценки результативности обучения также являются:

– критерии оценки уровня теоретической подготовки обучающихся: соответствие уровня теоретических знаний программным требованиям; широта кругозора; свобода восприятия теоретической информации; развитость практических навыков работы со специальной литературой, осмысленность и свобода использования специальной терминологии;

– критерии оценки уровня практической подготовки обучающихся: соответствие уровня развития практических умений и навыков программным требованиям; свобода владения специальным оборудованием и оснащением; качество выполнения практического задания; технологичность практической деятельности;

– критерии оценки уровня развития обучающихся: культура организации практической деятельности: культура поведения; творческое отношение к выполнению практического задания; аккуратность и ответственность при работе; развитость специальных способностей.



***Примерный план расположения компьютерного симулятора***

- Место руководителя
- Проектор
- Компьютер
- Места обучающихся
- Пульт управления. Экран