

Министерство образования и науки Хабаровского края
Краевое государственное автономное
нетиповое образовательное учреждение
«Краевой центр образования»

РАССМОТРЕНО
на заседании Педагогического совета
КГАНОУ «Краевой центр образования»
Протокол № 1
«27» августа 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор КГАНОУ
«Краевой центр образования»
П.С.Черемухин
«27» августа 2024 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА «ДРОН КАК ХОББИ»**

Направленность: техническая
Уровень освоения: стартовый
Возраст учащихся: 11-16 лет
Срок реализации: 1 год

Составитель:
Киркалов Артем Михайлович,
ПДО

Хабаровск
2024 г.

Используемые термины и сокращения

АКБ	-	аккумуляторная батарея;
АРМ	-	автоматизированное рабочее место;
АФС	-	аэрофотосъемка;
БАС	-	беспилотная авиационная система;
БЛА	-	беспилотный летательный аппарат;
БРЭО	-	бортовое радиоэлектронное оборудование;
ДПН	-	дополнительная полезная нагрузка;
ИВП	-	использование воздушного пространства;
КСО	-	комплект стартового оборудования;
КТР	-	командно-телеметрическая радиолиния;
НГО	-	нижняя граница облачности;
НПУ	-	наземный пункт управления;
ОрВД	-	органы организации воздушного движения;
ПК	-	персональный компьютер;
РЛЭ	-	руководство по лётной эксплуатации;
САУ	-	система автоматического управления;
СНС	-	спутниковая навигационная система;
СПП	-	стартово-посадочная площадка;
ТВС	-	тепловизорная съемка;
ТО	-	техническое обслуживание

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Дрон как хобби»» (далее - Программа) имеет техническую направленность, и связана с моделированием, конструированием и пилотированием беспилотных летательных аппаратов. Программа разработана с учетом следующих нормативно-правовых документов:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об Образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022г. № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам» (с изменениями на 30 сентября 2020 года);
- Приказ Министерство науки и высшего образования РФ от 23.08.2017 N 816 "Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ" (Зарегистрировано в Минюсте России 18.09.2017 N 48226);
- Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденными 28.09.2020 г. № 28 (регистрационный номер 61573 от 18.12.2020 г.);
- Приказ КГАОУ ДО РМЦ от 26.09.2019 № 383П «Об утверждении Положения о дополнительной общеобразовательной программе в Хабаровском крае»;
- Устав КГАНОУ «Краевой центр образования».

Актуальность

Современные тенденции развития автоматизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад.

Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции,

которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Описываемая образовательная программа интересна тем, что совмещает в себе несколько важных направлений, одновременно необходимых для проектирования летательных аппаратов и подготовить обучающихся к планированию и проектированию разноуровневых технических проектов и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве

ЦЕЛЬ: Формирование устойчивого интереса к научно–техническому творчеству через конструирование и пилотирование беспилотных летательных аппаратов.

ЗАДАЧИ:

- научить базовым умениям моделирования, конструирования, программирования БАС;
- познакомить обучающихся с основными принципами механики и аэродинамики;
- научить основам работы с различными материалами;
- сформировать у обучающихся понимание техники безопасности при работе с БАС;
- сформировать навыки сотрудничества: работа в коллективе, в команде, малой группе (в паре).

Отличительные особенности программы.

Программа на основе реальной практической деятельности даёт возможность обучающимся почувствовать себя в роли инженера-проектировщика и оператора беспилотных авиационных систем.

Программа предполагает, после ознакомления с теоретической базой современной беспилотной авиации и ее техническими средствами, обязательный выбор собственного уникального проекта для каждой микрогруппы (2-10 чел.) и полноценную его реализацию под руководством куратора-педагога. При этом всю работу, от постановки технического задания на разработку до выпуска продукта учащиеся выполняют самостоятельно.

Адресат программы: обучающиеся 10-15 лет.

Наполняемость группы: 6-10 человек.

Форма реализации программы: очная, с возможностью применения дистанционной формы на платформе программы Discord, Zoom, WhatsApp.

Формы организации деятельности обучающихся.

При изучении тем программа предусматривает использование фронтальной, индивидуальной и групповой формы учебной работы обучающихся.

Объем, режим и сроки реализации программы.

Период	Продолжительность занятия	Кол-во занятий в неделю	Кол-во часов за неделю	Кол-во недель	Кол-во часов всего
9 месяцев	2 ч.	2	4 ч.	36	144 ч.

Формы занятий: беседы, практикумы, занятия по решению кейсов, семинары, работа на симуляторах BBC LiftOff.

Учебный план

Раздел	Наименование темы	Объем часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Введение.	2	2	
2	Аэродинамика коптеров и дронов самолётного типа.	8	4	4
3	Радиоэлектронное оборудования БВС и полезной нагрузки.	12	4	8
4	Метеорология и РТО полетов, основы радиосвязи. Взаимодействие с органами ОрВД.	8	4	4
5	Беспилотная авиационная система. Компоненты для различных задач.	14	8	6
6	Работа с конструктором БАС. Совместимость узлов и агрегатов в одной беспилотной системе.	24	6	18
7	Отработка навыков полета в симуляторе.	24	2	22
8	Тестовые полёты на доработанных БПЛА. Пилотирование коммерческих дронов.	24	4	20
9	Подготовка и разработка личных проектов.	24	4	20
10	Итоговое занятие. Демонстрационный экзамен.	4		4
	ИТОГО	144	38	106

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Изучение тематики дисциплин организовано с таким расчетом, чтобы к началу практических управлений полетами БЛА была пройдена программа теоретической подготовки и осуществлён контроль освоения программы по следующим дисциплинам:

- аэродинамический расчёт БВС;
- проектирование конструкции БЛА;
- Квадрокоптер «Клевер», DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, самолётного типа Eachine
- программирование авиационного и радиоэлектронного оборудования БАС;
- эксплуатация коммерческих БАС;
- дистанционная и автономная навигация;
- авиационная метеорология;

1. ВВЕДЕНИЕ.

Приветствие группы, дружеская беседа и знакомство членов группы. Определение уровня развития и компетенции, личного опыта и роста за время каникул.

Содержание программы.

Общие правила безопасности в образовательном учреждении. Основы техники безопасности при работе с электрическими приборами. Техника безопасности при работе в лаборатории. Общие положения техники безопасности при работе в цехе. Техника безопасности при работе с лабораторными установками.

Меры безопасности при эксплуатации беспилотных авиационных систем.

2. АЭРОДИНАМИКА ДРОНОВ САМОЛЁТНОГО И ВЕРТОЛЁТНОГО ТИПА

Методические указания

Изучение курса проводить с использованием моделей, макетов, схем, учебных видео роликов, применительно к изучаемому типу БЛА.

При изучении тематики особое внимание уделять раскрытию физической сущности явлений происходящих при полете ЛА. Вопросы техники управления и поведения БЛА тесно увязывать с вопросами эксплуатации самолета, двигателя и оборудования БЛА.

Особое внимание уделить расчетам параметров полета (R разворота, угол набора и снижения, тяговооружённость, и т.п.)

Содержание тем

Тема № 1. Основные свойства воздуха

Атмосфера земли. Физические характеристики атмосферы и их влияние на полет. Температура воздуха. Атмосферное давление. Плотность воздуха. Международная стандартная атмосфера. Инертность, вязкость и сжимаемость воздуха. Скорость звука и скачки уплотнения

Тема 2. Силовая установка

Назначение и виды силовых установок. Воздушный винт. Основные геометрические характеристики воздушного винта. Аэродинамические характеристики винта. График потребной и располагаемой тяги и влияние на них высоты полета.

Тема 3. Аэродинамика БВС самолётного типа. Центровка и фокус самолёта. Аэродинамическое качество самолёта. Компонировка БВС самолётного типа. Хвостовое оперение и бесхвостая аэродинамическая схема. Элероны и элевоны. Аэродинамическая схема «утка».

3. РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Методические указания

Изучение курса проводить с использованием моделей, макетов, схем, учебных видео роликов, применительно к изучаемому типу БЛА.

При изучении тематики особое внимание уделять раскрытию физической сущности явлений происходящих при полете ЛА. Вопросы штурманской подготовки и поведения БЛА на маршруте, тесно увязывать с вопросами применения наземного и бортового программного обеспечения.

Особое внимание уделить анализу и расчету параметров полета выполняемых в холмистой и горной местности с использованием возможностей ПО «Google Earth» или ему подобного.

Содержание тем.

Тема № 1. Краткий курс радиотехнических устройств.

Начальные элементы радиотехнических средств. Разбор технических элементов использующиеся на беспилотном летательном аппарате.

Устройство и конструкция БАС. Расчет элементов которые могут использоваться на БВС. Стабилизаторы напряжения. Полетные контроллеры и их программное обеспечение.

Инженерные решения и варианты исполнения электрической части беспилотного летательного аппарата.

Тема № 2. Практическое применение навыков.

Краткие сведения о земном магнетизме. Назначение, принцип действия и устройство авиационных магнитных компасов.

Высота полета. Барометрический метод измерения высоты. Назначение и устройство барометрических высотомеров. Используемые на БВС высотомеры

Скорость полета. Аэродинамический метод измерения воздушной скорости. Приемники воздушных давлений. Устройство указателей воздушной скорости.

Измерение высоты и скорости полёта по GPS.

Курс по основам пайки. Пайка простых схем и проверка их на работоспособность.

4. МЕТЕОРОЛОГИЯ И РТО ПОЛЕТОВ

Методические указания

В процессе изложения тем, преподаватель должен акцентировать внимание слушателей на влиянии различных метеоусловий на полет ЛА, методике анализа поведения самолета в воздухе и необходимости обязательного изучения прогноза погоды, выдаваемого различными метеоцентрами.

Тема № 1. Основные термины и определения.

Атмосферное давление понятие и определение. Единицы его измерения и их соотношения. Изменение давления с высотой.

Температура воздуха, ее определение и единицы измерения. Видимость. Определение полетной видимости и ее деление на горизонтальную, вертикальную и наклонную видимости.

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы. Облака и осадки. Определение и классификация облаков по внешнему виду и по расположению нижней границы (основания) облаков над земной поверхностью. Осадки и условия их образования.

Опасные явления погоды, действия при попадании в ОЯП.

Тема № 2. Правила ведения радиообмена

Радиоданные, их назначение и порядок использования. Порядок вхождения в связь. Порядок вызова, ответа на вызов, радиообмена, заявки на полёт.

Радиодисциплина. Случаи, в которых разрешается ведение радиообмена открытым текстом.

5. БЕСПИЛОТНАЯ АВИАЦИОННАЯ СИСТЕМА

Методические указания

Изучение состава и конструкции проводить с использованием наглядных пособий, схем, графиков, учебных фильмов и тренажерного оборудования. Особое внимание обращать на различия в конструкции и составе БАС одного типа, но различных модификаций, соблюдение мер безопасности при эксплуатации БАС.

Содержание тем

Тема №1. Состав, устройство, назначение БАС

Состав БЛА, состав наземного пункта управления (НПУ), состав комплекта стартового оборудования.

Общее устройство, технические характеристики эксплуатационные ограничения и описание работы комплекса. Устройство БЛА, силовая установка и топливная система, бортовое радиоэлектронное, пилотажно-навигационное, авиационное оборудование. Системы управления ПН. Устанавливаемые на БЛА нагрузки. Аварийно-спасательное, посадочное устройство. Устройство и работа НПУ. Устройство и работа комплекта стартового оборудования.

Назначение и области применения. Особенности эксплуатации. Меры безопасности при работе.

6. РАБОТА С КОНСТРУКТОРОМ БАС

Методические указания

Изучение состава и конструкции проводить с использованием наглядных пособий, схем, графиков, учебных фильмов и тренажерного оборудования. Особое внимание обращать на различия в конструкции и составе БАС одного типа, но различных модификаций, соблюдение мер безопасности при эксплуатации БАС.

Содержание тем.

Тема №1.

Состав БЛА, состав наземного пункта управления (НПУ), состав комплекта стартового оборудования.

Общее устройство, технические характеристики эксплуатационные ограничения и описание работы комплекса. Устройство БЛА, силовая установка и топливная система, бортовое радиоэлектронное, пилотажно-навигационное, авиационное оборудование. Системы управления ПН. Устанавливаемые на БЛА нагрузки. Аварийно-спасательное, посадочное устройство. Устройство и работа НПУ. Устройство и работа комплекта стартового оборудования.

Назначение и области применения. Особенности эксплуатации. Меры безопасности при работе.

Тема №2. Рама БЛА

Назначение, состав и общее устройство ЛА. Аэродинамическая схема. Технические характеристики и эксплуатационные ограничения.

Консервация и расконсервация. Правила хранения и транспортирования. Текущий ремонт. ЗИП и расходные материалы, используемые при обслуживании. Особенности эксплуатации.

Тема №3. Силовая установка БЛА

Назначение силовой установки и её систем. Характеристики двигателей. Принцип функционирования. Особенности эксплуатации.

Монтаж и демонтаж двигателя. Монтаж и демонтаж воздушного винта.

Тема № 4. Работа с конструктором БАС

Сборка и программирования конструктора COEX Clover 4. Пайка и сборка основных частей

Теория: основы устройства, применения и управления мультироторными системами, основы программирование в Python, программирование на дроне, аэрофотосъёмка, основы 3D моделирования, ознакомление с беспилотником самолетного типа.

Практика: сборка коптера, пайка узлов коптера, настройка полетного контроллера, диагностика и ремонт коптера, визуальное пилотирование коптера, пилотирование в FPV и пилотирование с полезной нагрузкой, программирование на дроне и в симуляторе GAZEBO, моделирование узла квадрокоптера, изготовление и его монтаж.

Разработка проекта для улучшения и расширения функциональных возможностей коптера.

7. ОТРАБОТКА НАВЫКОВ ПОЛЕТА В СИМУЛЯТОРЕ

Тема №1. Принципы работы с программами.

Основные органы управления пульта управления. Принцип полета и основы прохождения специальной трассы.

Тема №2. Полет на симуляторе.

Практический полет на симуляторе полета с использованием пульта управления. Отработка навыков пилотирования воздушного судна. Прохождение трассы на время.

8. ТЕСТОВЫЕ ПОЛЕТЫ НА БВС

Содержание тем

Тема №1. Изучение инструкции по эксплуатации », DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, Mavic 2 Pro, самолётного типа Eachine. Меры безопасности при эксплуатации БАС.

Тема №2. Подготовка БПЛА к полету. Отработка основных элементов в специально оборудованной сетке для полетов. Отработка внештатных ситуаций при полете.

Тема №3. Полет на специальном поле. Квадрокоптер «Клевер», DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, Mavic 2 Pro, самолётного типа Eachine

9. РАЗРАБОТКА ЛИЧНЫХ ПРОЕКТОВ

Тема №1. Изучение возможностей расширения функциональных возможностей коммерческих дронов.

Тема №2. Выбор темы собственных проектов, деление на группы.

Тема № 3. Реализация личных проектов.

Примерный перечень тем проектов

10. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ: ПОИСК И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ, ДЕМОНСТРАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ.

Ученики должны определить неисправности в квадрокоптере «Клевер», устранить их, настроить систему управления и выполнить демонстрационный полёт по заданному маршруту с преодолением 4-х «ворот», с контролем времени и ошибок в виде касания препятствий, падений и несоблюдения правил безопасности.

См. приложение 1

Ожидаемые результаты и способы их проверки.

Обучающийся будет знать:

- системы управления летательных аппаратов.
- основные конструкционные материалы, применяемые в изготовлении беспилотных летательных аппаратов;
- приемы и технологии процессов, применяемые при изготовлении узлов беспилотного летательного аппарата.

Оценка усвоения знаний производится методом устного опроса, письменных тестов и с использованием обучающих игровых программ.

Обучающийся будет уметь:

- работать с технической литературой и пользоваться разными источниками информации;
- выполнить расчеты узлов модели при сборке учебного беспилотного летательного аппарата;
- самостоятельно выполнять подготовку и описание этапов изготовления беспилотных летательных аппаратов;
- выполнить полёт по замкнутой трассе в одном уровне с четырьмя воротами, посадкой в заданной точке;

- выполнить регистрацию БВС в соответствии с законодательством;
- взаимодействовать с ОрВД для законного ИВП.

Оценка результатов освоения навыков производится по итогам практической демонстрации выполнения заданий.

Метапредметные и личностные:

- смогут самостоятельно распределить обязанности в команде при подготовке группового проекта,
- будут понимать ответственность каждого за общий результат;
- смогут продуктивно и эффективно коммуницировать, оказывать взаимопомощь при работе над проектом.
- смогут использовать следующие компьютерные программы QGround Control, LiftOff, Microsoft Power Point для разработки и презентации проекта.

1. Комплекс организационно-педагогических условий.

Информационно-методическое обеспечение и материально-техническое оснащение дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Беспилотные авиационные системы»

п/п	Название
Информационно-методическое обеспечение	
1.	Канатников А.Н Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. / Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3- 178с.
2.	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Учеб.пособие / С.И.Самыгин [и др.]; под ред. С.И.Самыгина. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2019. – 511 с.
3.	Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8- 48 с.
4.	Федеральные авиационные правила. Постановление правительства РФ от 11 марта 2010г. №138- .pdf- 108 с.
5.	Официальный сайт компании «Коптер Экспресс» https://clover.coex.tech/ru/lessons.html
Материально-техническое оснащение	
	Основной набор для сборки квадрокоптера «Клевер»-10 шт.
	Комплект для FPV- полетов «Клевер FPV»- 5 шт.
	Комплект для изучение основ радиоэлектроники и программирования квадрокоптеров «КлеверSense»- 5 шт.
	Квадрокоптер тренировочный Blade Industrix FPV 5 шт.
	Квадрокоптер с фотокамерой для обучения ортофотосъемки «КК-12»-2 шт.
	Учебный октокоптер для доставки грузов «КП-04»- 1 шт.
	Квадрокоптер DJI Phantom 4 3 доп. Аккумуляторами, 1 доп. Зарядкой и защитой винтов- 1 шт.
	Ремонтный набор квадрокоптера «Клевер 4»- 5 шт.
	Ноутбук с ПО LiftOff, Qground Control, Betafly- 10 шт.
	Проектор- 1 шт.
	Интерактивный экран-1 шт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список для педагога:

1. Антти, С. Беспилотники: автомобили, дроны, мультикоптеры / С. Антти. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 120 с.
2. Астахова Н.Л., Лукашова В.А. Дроны и их пилотирование. С чего начать. - Санкт- Петербург: БХВ-Петербург, 224 с.
3. Аэродинамика : учебник / А. Г. Голубев, Е. А. , К. В. , Л. А. . — 3-е изд., испр. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2019. — 607 с.
4. Бейктал, Д. Конструируем роботов. Дроны. Руководство для начинающих : руководство / Д. Бейктал. — 2-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2022. — 226 с.
5. Ковалёв, М. А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование : учебное пособие / М. А. Ковалёв, Д. Н. Овакимян. — Самара : Самарский университет, 2023. — 96 с
6. Ликсо В. Современная беспилотная техника. - М.: АСТ, 2023. - 192 с.

Для обучающихся:

1. Василин, Н. Я. Беспилотные летательные аппараты. М.: Попурри, 2012. - 272 с.
2. Понфиленок О.В. , Шлыков А.И. , Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». Москва, 2016.
3. Стасенко, А. Л. Физика полета / А. Л. Стасенко. — М.: Наука. Гл. ред. физ.- мат. лит., 1988. — 144 с.
4. Яценков В.С. Твой первый квадрокоптер, Теория и практика. Издательство: БХВ- Петербург, 2016. - 256 с

Интернет-сайты

1. <https://ru.coex.tech/education> - инструкции по сборке Клевер. Гаскар CODE

Диагностическая карта определения уровня освоения программы

Год обучения _____ Группа _____ Учебный год 2024-2025

№ п\п	Знания и умения учащиеся									
1	Техника безопасности при работе с БАС									
2	Входит во все необходимые программы самостоятельно;									
3	Знает основы аэродинамики, метеорологии и РТО полетов;									
4	Умеет конструировать модель коптера в программе 3d моделирования;									
5	Умеет самостоятельно войти в симулятор, знает весь интерфейс и возможности;									
6	Умеет стабильно управлять коптером в симуляторе, пройти любую трассу;									
7	Умеет собирать, разбирать и настраивать квадрокоптер «Клевер»									
8	Умеет собирать и понимает конструкцию и устройство коптера;									
9	Выполнил итоговый полет;									

Каждый критерий оценивается в баллах от 1 до 4.

Обучающиеся набравшие в сумме 30 и более – усвоили программу на высоком уровне, 20 -29 баллов – на среднем, 10 и менее – на низком.

Педагог _____