

Автономная некоммерческая организация
«Красноярский детский технопарк «Кванториум»

РЕКОМЕНДОВАНО
методическим советом

Протокол № 9
от «30» мая 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
Кениг С.Р.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности

«Беспилотные авиационные системы»

Срок реализации:

1 год

Возраст детей:

12-18 лет

Составители программы:

Важанов Д.В.

Булва П.А.

г. Красноярск, 2022 г

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные авиационные системы» (далее - программа) имеет техническую направленность, базовый уровень сложности и ориентирована на обучающихся 12-18 лет. Программа рассчитана на один год в объеме 144 часа из расчета 4 часа в неделю.

1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ

Стремительное развитие авиационной техники и технологий, увеличение скоростей и высоты полета, появление и развитие новых типов самолетов, ракет и моторов, применение новых материалов – все это основные показатели современной авиации, одного из важнейших видов техники и технического прогресса человечества.

В условиях модернизации российского образования особое внимание уделяется развитию и внедрению инноваций, в первую очередь, в сфере техники и технологий. В сегодняшней России наблюдается дефицит конкурентоспособных компетентных специалистов инженерно-технического профиля. Опыт показывает, что воспитание будущих поколений инженерных кадров нарождающейся инновационной экономики России необходимо начинать уже со школьного возраста. Таким образом, возрастает роль детского технического творчества.

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

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.

1.2. ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

У школьников главными становятся мотивы, определяемые представлениями о своем будущем. В этом возрасте отмечается большая избирательность познавательных мотивов, которая продиктована выбором профессии. Происходит рождение новых мотивов - профессиональных. Они и начинают преобладать. Усиливается интерес к выбору способа действий с учебным предметом, к методам теоретического и творческого мышления. Существенно развиваются мотивы самообразования. Очень возрастает роль широких социальных мотивов, однако не у всех школьников. У значительной части проявляются элементы социальной незрелости, иждивенчества и потребительства. Большую роль играют мотивы отношений со сверстниками и учителями: старшеклассники болезненно реагируют на неприятие себя в коллективе, стабилизируются отношения с учителями. Вместе с тем возрастает требовательность и критичность к учителю и его оценке. В целом в этом возрасте наблюдается общее положительное отношение к учению.

Для данного возраста характерно становление практического сознания человека, поэтому важно организовать подростку деятельность от замысла до пробы, где он сможет самостоятельно реализовать свои идеи и увидеть результат. В данный возрастной период идет развитие самосознания, становление качественно нового уровня эго-идентичности при соблюдении условия принятия участия подростком в различных видах деятельности, в различных социальных ролях.

Факторами, способствующими к мотивации, у подростков являются:
потребность в жизненном самоопределении и обращенность планов в будущее, осмысление с этих позиций настоящего;

тенденция к осознанию школьником своего мировоззрения;
устойчивость интересов, их относительная независимость от мнения окружающих.

1.3. ЦЕЛЬ

Формирование технико-технологических умений, применяемых в работе с беспилотными летательными аппаратами.

1.4. ЗАДАЧИ

- сформировать умения работы с различными инструментами и приспособлениями, радиоаппаратурой;
- сформировать умения и представления о возможностях автономных полетов мультироторных платформ;
- научить приемам и технологиям правильного изготовления и испытания различных категорий радиоуправляемых летательных аппаратов;
- развивать технические способности и конструкторские умения, техническую смекалку при выполнении практических работ, связанных с сборкой, отладкой, испытанием и подготовкой радиоаппаратуры и летательного аппарата;
- научить действовать коллективно в составе одной команды для достижения высоких результатов.

1.5. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

Данная Программа разработана в соответствии с нормативными правовыми актами в области образования:

Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Указа Президента РФ от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;

Постановления Правительства Российской Федерации от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;

Распоряжения Правительства Российской Федерации от 04.09.2014 № 1726-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей»;

Распоряжения Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;

Приказа Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 года № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 года № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;

Письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»).

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

В отличие от имеющихся программ, данная образовательная программа, предлагает разработку и изготовление деталей, последующую сборку и испытания беспилотных летательных аппаратов. В программе

отведено время для тренировочных полетов, подготовка к соревнованиям: по FPV полетам и гонкам дронов, работа на симуляторах.

Основная форма организации занятий групповая, однако, каждый участник образовательного процесса получает навыки сборки БЛА мультироторного типа, навыки настройки и подготовки аппарата к различным типам полетов.

1.6. ТРЕБОВАНИЯ К ОБУЧАЮЩИМСЯ

Набор на программу осуществляется в соответствии с Порядком приема и отчисления обучающихся Автономной некоммерческой организации «Красноярский детский технопарк «Кванториум».

Возраст обучающихся.

Программа «Беспилотные авиационные системы» рассчитана на обучающихся 12-18 лет. В связи с ориентированностью программы на подготовку модели БЛА к различным типам полетов, максимальное количество обучающихся в группе не должно превышать 12 человек.

1.7. ФОРМЫ И РЕЖИМ ЗАНЯТИЙ

Срок реализации программы: 1 год. Объем учебной нагрузки -144 учебных часа.

Режим занятий: Занятия проводятся – 2 раза в неделю по 2 академических часа с десятиминутным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.4.4.3172-14.

Формы занятий: лекции, занятия по решению кейсов, семинары, экскурсии, тренинги, практикум (сборка БЛА), полеты на симуляторах, соревнования.

1.8. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

Знает:

- основы техники безопасности при работе с ручным инструментом;

- основы техники безопасности во время проведения соревнований;
- единую спортивную классификацию и Правила проведения соревнований, спортивные нормативы;
- основные конструкционные материалы, применяемые в авиамоделизме, их свойства и технологию обработки;
- знает системы автономных полетов;
- системы управления летающей радиоуправляемой модели.

Умеет:

- работать с технической литературой и пользоваться разными источниками информации;
- самостоятельно выполнить сборку и настройку модели;
- выполнить самостоятельную подготовку модели к автономному полету;
- произвести обслуживание и модернизацию модели;

Навыки:

- имеет навыки работы с симулятором и радиоаппаратурой;
- имеет навык регулировки, запуска и управления изготовленной моделью.

Личностные результаты:

- самоорганизация, самоконтроль, выстраивание коммуникации в коллективе;

Метапредметные результаты:

- умеет решать задачи: творческие, конструктивные, по технологическому планированию и организации творческой работы;
- способен к самостоятельности и активности, имеет навык коллективного взаимодействия в рамках тренировочных полетов

Опыт:

- приобретает опыт коммуникации и самоорганизации;

1.9. ФОРМЫ ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОБУЧЕНИЯ

Текущий контроль освоения программы проводится во время занятий при помощи наблюдений и опросов.

Промежуточная аттестация осуществляется 1 раз в год в форме тестирования по пройденному материалу.

Итоговая аттестация проходит по окончании программы в форме тестирования по пройденному материалу и выполнения задания по автономному полету.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Раздел	Наименование темы	Объем часов		
		Всего часов	В том числе	
			Теория	Практика
1	Соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами	2	2	
2	Теория аэродинамики	8	8	
3	Навигация	18	13	5
4	Авиационная метеорология	4	4	
5	Радиосвязь и РТО полётов	4	2	2
6	Беспилотная авиационная система	34	12	22
7	Автономный полет	38	14	24
8	Порядок ведения документации	2	1	1
9	Тренажерная подготовка	24	4	20
10	Полеты	6		6
11	Итоговый контроль: презентации изготовленной модели БЛА	4		4
	ИТОГО	144	60	84

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

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

- теория аэродинамики;
- конструкция БЛА;
- авиационное и радиоэлектронное оборудование БЛА;
- эксплуатация БАС;
- навигация;
- авиационная метеорология;

Раздел 1. Соблюдение правил техники безопасности и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами

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.

Раздел 2. Теория аэродинамики

Теория:

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. Аэродинамические силы

Обтекание тел воздушным потоком. Основной закон сопротивления воздуха.

Конструкция и назначение частей БЛА.

Основные геометрические характеристики крыла: размах, хорда, площадь, форма крыла, удлинение, профиль и толщина.

Угол атаки и скольжения, диапазон эксплуатационных углов атаки. Подъемная сила и лобовое сопротивление. Качество крыла. Графическое отображение аэродинамических характеристик.

Зависимость подъемной силы и лобового сопротивления от угла атаки. Поведение крыла на критических и закритических углах атаки.

Авторотация крыла. Штопор. Применение механизации крыла, влияние механизации крыла на аэродинамические характеристики БЛА.

Тема 3. 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 № 4. Этапы полета летательного аппарата

Этапы полета ЛА.

Взлет, схема сил и уравнение движения на этапах взлета.

Горизонтальный полет, скорость ГП, установившийся горизонтальный полет, характеристики, схема сил и уравнение движения.

Подъем ЛА, установившийся подъем, характеристики, схема сил и уравнение движения. Потолок. Влияние ветра на подъем.

Дальность планирования, влияние ветра.

Виращ, схема сил, уравнение движения, характеристики виража и их расчет.

Тема № 5 Устойчивость и управляемость летательного аппарата

Равновесие сил и моментов. Оси вращения. Виды равновесия. Центровка. Виды центровки. Продольное равновесие ЛА. Работа руля высоты. Работа триммера.

ПИД регулятор. Основы и методы программирования для различных стилей полетов.

Тема № 6. Дальность и продолжительность полета

Дальность, продолжительность полета, расход топлива (АКБ), влияние температуры, высоты полета и веса БЛА на дальность и продолжительность полета.

Раздел 3. Навигация

Теория:

Тема № 1. Краткие сведения по картографии.

Форма и размеры земли. Системы координат на земной поверхности. Единицы измерения расстояний. Линии пути и линии положения ЛА на поверхности земного шара.

Карты и картографические проекции. Классификация картографических проекций по характеру искажений и по способу построения. Сущность картографических проекций и их классификация. Карты в видоизмененной поликонической проекции. Карты в

цилиндрических проекциях. Классификация и назначение авиационных карт. Разграфка и номенклатура карт. Определение широты и долготы пункта на карте.

Тема № 2. Измерение времени, курс летательного аппарата.

Годовое движение и суточное вращение земли. Условия естественного освещения. Краткие сведения о земном магнетизме. Назначение, принцип действия и устройство авиационных магнитных компасов.

Тема № 3. Высота полета. Скорость полета.

Высота полета. Барометрический метод измерения высоты. Назначение и устройство барометрических высотомеров.

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

Тема № 4. Штурманская подготовка к полету.

Влияние ветра на полет самолета. Навигационный треугольник скоростей и его элементы. Зависимость навигационных элементов от изменения режима полета или ветра.

Штурманская подготовка к полету. Общая подготовка полетных карт. Расчет полета. Разработка штурманского плана полета. Выполнение полета по маршруту. Способы выхода на исходный пункт маршрута ИПМ. Контроль и исправление пути. Маневрирование для выхода на цель в заданное время. Безопасность полётов. Безопасность от столкновения с наземными препятствиями. Безопасность от столкновения с другими летательными аппаратами.

Практика:

Тема № 1. Построение маршрута полетов.

Раздел 4. Авиационная метеорология

Теория:

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.

Тема № 2. Строение атмосферы.

Физические свойства. Химические свойства. Строение атмосферы.

Тема № 3. Воздушные массы. Атмосферные фронты.

Метеорологическое обеспечение полетов.

Воздушные массы. Определение и основное понятие о воздушных массах. Арктический воздух. Атмосферная циркуляция и ее классификация. Арктические, умеренные, тропические, экваториальные воздушные массы.

Атмосферный фронт и его классификация

Тема № 4. Кучево-дождевые облака.

Определение и основное понятие о кучево-дождевых облаках. Виды кучево-дождевых облаков. Классы кучево-дождевых облаков. Опасные для полетов авиации явления погоды.

Туман. Определение и типы. Туманы испарения, их образование.

Метель, низовая метель, общая метель, пыльная буря, поземка, пыльная буря. Определение и возникновение.

Гроза. Определение и основные типы. Внутримассовые, фронтальные грозы.

Обледенение. Опасность обледенения. Виды обледенения. Иней, матовый лед, белый молочный лед, град, шквал, изморозь, прозрачный лед. Способы борьбы с обледенением. Активный, пассивный способ борьбы.

Тема № 5. Особенности выполнения полетов в горной местности и над водной поверхностью.

Термики. Влияние рельефа. Горно-долинные ветры, фен. Таблица зависимости температуры от высоты. Гроза, туман, осадки. Водная поверхность, местные ветры, бризы. Течение теплого и холодного воздуха днем и ночью.

Раздел 5. Радиосвязь и РТО полетов

Теория:

Тема № 1. Основные положения по организации радиосвязи при выполнении полетов в воздушном пространстве РФ

Организация связи при аэродромных полетах. Управление полётами и порядок ведения радиосвязи. Управление внеаэродромными полетами. Назначение и распределение каналов связи. Распределение позывных

командных станций аэродрома. Составление плана связи на полет. Заказ средств РТО на обеспечение полетов.

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.

Практика:

Тема № 1. Радиообмен.

Раздел 6. Беспилотная авиационная система

Теория:

Тема №1. Состав, устройство, назначение БАС

Назначение и области применения. Анализ возможностей применения БЛА в народном хозяйстве. Поиск и анализ существующих решений.

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.

Особенности эксплуатации. Меры безопасности при работе.

Тема №2. Рама БЛА

Назначение, состав и общее устройство ЛА. Аэродинамическая схема. Технические характеристики и эксплуатационные ограничения. Анализ существующих форм-факторов ЛА. Оценка преимуществ.

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. Сравнительный анализ конструктивных схем силовой установки.

Монтаж и демонтаж двигателя. Монтаж и демонтаж воздушного винта.

Тема № 4. Авиационное и радиоэлектронное оборудование БАС, FPV и OSD

Компоненты системы электропитания. Особенности обслуживания и эксплуатации системы электропитания. Монтаж и демонтаж аккумулятора, платы распределения электропитания, жгутов электроприводов. Аналитический поиск схем электропитания различных форм-факторов БЛА.

Назначение, состав, технические характеристики, функционирование пилотажно-навигационной системы (АП).

Назначение, состав, технические характеристики, функционирование и особенности эксплуатации радиоканалов управления БЛА.

Система визуализации удаленного контроля и поток телеметрических данных полета.

Тема № 5. Прикладное программное обеспечение

Состав и назначение, используемого в БАС программного обеспечения (ПО).

ПО наземного пункта управления, запуск, настройка, порядок программирования и использования. ПО бортового оборудования и ПН.

Средства объективного контроля (СОК), обработка и использование и хранение полетных данных, данных полученных с помощью ПН и материалов СОК.

Анализ совместимости ПО и аппаратного комплекса.

Подготовка полетного задания.

Тема № 6. Эксплуатация полезных нагрузок

Назначение, состав, технические характеристики, функционирование модульной оптико-электронной полезной нагрузки. Гиросtabilизированная платформа. Сменные модули. Камера. Порядок установки сменного модуля полезной нагрузки и камеры. Режимы работы полезной нагрузки. Особенности эксплуатации.

Демонтаж и монтаж гиросtabilизированной платформы. Замена сменного модуля полезной нагрузки. Демонтаж и монтаж камеры.

Практика:

Тема №1. Сборка и настройка БАС

Тема № 2. Средства объективного контроля БАС

Назначение, состав, обработка, хранение.

Тема № 3. Обязанности номеров расчета БАС

Предварительная, предполетная подготовка и послеполетное обслуживание. Обязанности оператора БЛА, технологическая карта

оператора. Обязанности техника БЛА, технологическая карта техника. Обязанности оператора полезной нагрузки (ПН), технологическая карта оператора ПН.

Тема № 4. Практическая эксплуатация БАС

Выбор стартовой площадки и развертывание комплекса, установка стартового оборудования, подготовка БЛА к запуску, предполетные проверки.

Пуск БЛА, взлет, набор высоты, полет по заданному маршруту, снижение расчет на посадку и посадка. Оценка поведения БЛА в полете. Послеполетное обслуживание.

Меры безопасности на старте во время выполнения пусков БЛА. Порядок взаимодействия экипажа, ведения радиообмена.

Действия в особых случаях (ОСП).

Раздел 7. Автономный полет

Теория:

Изучение основ построение алгоритмов полета коптера в автономном режиме в различных условиях.

Полет роем.

Практика:

Написание алгоритмов полетов по системе ARUCO маркеров с выполнением различных заданий из регламентов соревнований по автономным полетам прошлых лет.

Раздел 8. Порядок ведения документации

Теория:

Тема №1. Ознакомление с видами документации. Федеральные авиационные правила использования воздушного пространства.

Практика:

Тема №1. Заполнение документации. Составление плана полета на установление местного режима.

Раздел 9. Тренажерная подготовка

Теория:

Тема №1. Ознакомление с тренажером

Практика:

Тема №1. Комплекс начальных упражнений

Тема №2 Выполнение упражнений при визуальном полёте.

Тема №3 Выполнение упражнений: полёт по маршруту в ручном режиме.

Радел 10. Полеты

Практика:

Выездные полеты на БЛА.

Радел 11. Итоговый контроль: презентации изготовленной модели БЛА.

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

№ п/п	Название	Автор	Год издани я (создан ия)	Вид (электронный, печатный)
Информационно-справочные материалы				
1.	Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8	Гурьянов А. Е.	2014	Электронный
2.	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.		2010	Электронный
3.	Доступимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3.	Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б.	2012	Электронный
4.	Федеральные авиационные правила. Постановление правительства РФ от 11 марта 2010г. №138.	Постановление	2010	Печатный
Материально – техническое обеспечение				
5.	Набор для сборки и программирования квадрокоптера «СОЕХ Клевер 4»		10 шт.	2021
6.	Основной набор для сборки квадрокоптера «Клевер»		20 шт.	2017
7.	Комплект для FRV- полетов «Клевер FRV»		20 шт.	2017
8.	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и		20 шт.	2017
				18

	программирования квадрокоптеров «Клевер Sense»			
9.	Квадрокоптер тренировочный Мобила FRCV	5 шт.	2021	
10	Квадрокоптер с фотокамерой для обучения ортофотоосъемки «КК-12»	1шт.	2017	
11	Учебный октокоптер для доставки грузов «КП-04»	1 шт.	2017	
12	Квадрокоптер DJI Phantom 4 3 доп. Аккумуляторами, 1 доп. Зарядкой и защитой винтов	2 шт.	2017	
13	Ресурсный набор	1 шт.	2017	
14	Ноутбук	14 шт.	2017	
15	Компьютер	2 шт.	2017	
16	Проектор	1 шт.	2017	
17	Плазменная панель	1 шт.	2017	