

Автономная некоммерческая организация
«Красноярский детский технопарк «Кванториум»

РЕКОМЕНДОВАНО
методическим советом

протокол № 8
от «28» мая 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
Кениг С.Р.

Приказ № 34
от «31» мая 2021 г.



Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности

«Прикладная робототехника в беспилотных авиационных системах»

Срок реализации:

1 год

Возраст:

13-18 лет

Составители программы:

Важанов Д.В

Михайлов В.С.

г. Красноярск, 2021 г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Прикладная робототехника в беспилотных авиационных системах» (далее - программа) имеет техническую направленность, базовый уровень сложности и ориентирована на обучающихся 13-18 лет. Программа в объеме 144 часа рассчитана на 1 год обучения из расчета 4 часа в неделю.

Терминология:

- БАС – беспилотные авиационные системы;
- БВС – беспилотное воздушное судно;
- Мультикоптер – мультироторная платформа вертикального взлёта/посадки;
- FPV – полёт с видом от первого лица;
- ПО – программное обеспечение.

1.1 АКТУАЛЬНОСТЬ

В последние годы значительно возросла популярность малых беспилотных летательных аппаратов с дистанционным управлением и, в частности, мультироторных платформ. И если раньше БВС воспринимались большинством людей лишь как высокотехнологичные игрушки, то сейчас ситуация изменилась. Многие из этих аппаратов используются для выполнения серьезных задач: фото и видеосъемки, наблюдения и мониторинга различных объектов, процессов и явлений в том числе наблюдение за труднодоступными объектами, орто фотосъемки, доставки небольших грузов и др. Интенсивное внедрение мультикоптеров в нашу повседневную жизнь требует, чтобы пользователи обладали современными знаниями в области управления, программирования, создания и обслуживания беспилотных летательных аппаратов, что позволит быстро развивать новую отрасль.

Направления «Аэро» и «Робототехника» в образовании - это междисциплинарные занятия, интегрирующие в себе науку, технологию, инженерное дело, информатику и математику. Изучение БВС позволяет учащимся

ознакомиться с технологиями 21 века, способствует развитию их коммуникативных способностей, развивает навыки взаимодействия, самостоятельности при принятии решений, раскрывает их творческий потенциал. Дети и подростками материал усваивается гораздо лучше, в том случае, когда они что-либо самостоятельно создают или изобретают. Образовательная среда позволяет реализовать выбранную стратегию обучения и закрепить на практике знания по общеобразовательным предметам (физика, математика и информатика).

Новизна программы заключается в технологичном подходе к использованию в образовательном процессе конструктора СОЕХ «Клевер 4», позволяющего обучающемуся освоить навыки конструирования, настройки, управления летательным аппаратом и программированию компьютера Raspberry Pi 4, установленному на борту БВС.

1.2 ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ

Программа дополнительного образования имеет техническую направленность с естественно-научными элементами. Программа обучения дает объем технических и естественнонаучных компетенций, которыми вполне может овладеть современный школьник, ориентированный на научно-техническое и/или технологическое направление дальнейшего образования и сферу профессиональной деятельности. Программа ориентирована в первую очередь на школьников, желающих изучить сферу применения беспилотников и получить практические навыки в конструировании, пилотировании, настройке и программировании БВС.

Образовательная программа направлена на ознакомление обучающихся с физическими основами и современными возможностями беспилотных летательных аппаратов, через решение ситуационных заданий, а также выявление, развитие и поддержку талантливых учащихся, которые станут надежной основой для развития сферы беспилотных авиационных систем в будущем.

Образовательная программа позволяет на практике разобраться в нетривиальных технологиях, используя которые, обучающийся может воплотить в реальной модели свои технологические решения, т.е. непосредственно

сконструировать, настроить и запрограммировать. Изучение БАС дает возможность объединить конструирование и программирование в одном курсе, что способствует развитию инженерного мышления, через техническое творчество.

1.3 ЦЕЛЬ

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

1.4 ЗАДАЧИ

В программе ставятся следующие задачи:

- профессиональная ориентация школьников;
- развить у обучающихся интерес к научно-технической сфере;
- сформировать критическое и аналитическое мышление обучающихся.
- сформировать осознания роли техники и технологий для прогрессивного развития общества;
- сформировать целостное представление о техносфере, сущности технологической культуры и культуры труда;
- сформировать навыки программирования одноплатного компьютера для полетов по маркерам на языке “Python”;
- сформировать навыки сборки и подключения электронных схем;
- сформировать навыки настройки, калибровки сенсоров, аппаратного управления;
- сформировать навыки работы с пропорционально интегрирующими дифференциальными регуляторами управления;
- сформировать знания пилотажно-навигационного комплекса и передачи телеметрических данных в OSD формате на наземную станцию управления ЛА;
- сформировать навык пилотирования БВС посредством FPV оборудования.

1.5. ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММЫ

При работе используются различные приемы групповой деятельности для обучения элементам кооперации, внесения в собственную деятельность самооценки, взаимооценки, умения работать с технической литературой и выделять главное. Реализуя инженерно-исследовательский проект, обучающиеся осваивают основы радиоэлектроники и электромагнетизма, получают первые представления о строении и функционировании БВС, строят свой мультикоптер, тестируют работу с возможностью дальнейшей модификации. По итогам освоения образовательной программы предусматривается участие обучающихся в соревнованиях по автономному управлению беспилотными летательными аппаратами.

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 «Прикладная робототехника в беспилотных авиационных системах» рассчитана на обучающихся 13-18 лет. В связи с ориентированностью программы на разработку индивидуальных (групповых) БВС 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.

Формы и режим занятий

Занятия проводятся – 2 раза в неделю по 2 академических часа с обязательным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими

правилами и нормативами СанПиН 2.4.4.3172-14. В конце первого полугодия проводится промежуточный контроль в форме зачётов и практических заданий. В конце учебного года проводится итоговая аттестация в форме соревнования.

Формы занятий: лекции, практические работы, сборка БВС, тренировочные и испытательные полёты.

1.8. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРОВЕРКИ

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с роботизированными системами БВС. Особенностью программы является то, что она, будучи междисциплинарной, направлена на формирование практических навыков в моделировании и сборке технологических устройств, программировании, системном анализе и других.

В рамках программы развиваются следующие компетенции:

- Работа в команде. Способность организовывать и создавать человеческие кооперации; способность построить систему разделения и контроля труда; способность оценивать человеческий потенциал.
- Открытость. Способность правильно предоставлять данные о себе; способность встраиваться в систему отношений нового коллектива; способность адаптировать стиль своего поведения.
- Креативность. Умение видеть и создавать композиционные элементы в профессиональном аспекте жизни; способность к абстрактному творчеству.
- Стратегическое и тактическое мышление. Способность удерживать аспект стратегирования и тактики в работе.

Обучающиеся будут знать:

- языки программирования (C++ , Python);
- основные принципы работы электронных схем и систем управления объектами;
- основные понятия электроники;
- основные приемы проектирования электронных систем;

- принципы работы с платформами и датчиками полётного контроллера;
- решения технических задач в процессе конструирования.

Обучающиеся будут иметь навыки:

- применения методов учебно-исследовательской и проектной деятельности, решения творческих задач, моделирования, конструирования и эстетического оформления изделий, обеспечения сохранности продуктов труда;
- моделирования и конструирования беспилотных летательных аппаратов;

Обучающиеся будут уметь:

- настраивать и калибровать полётные контроллеры с применением специализированного ПО;
- осуществлять визуальное пилотирование беспилотного летательного аппарата и посредством FPV аппаратуры;
- создавать недостающие для реализации поставленных задач элементы в средах 3D моделирования и осуществлять их печать на 3D принтере;
- взаимодействовать с микрокомпьютером Raspberry, обладать основами администрирования Linux;
- планировать и прописывать полётные задания и миссии в специализированном ПО;
- проводить предполётную подготовку;
- программировать и осуществлять автономные полёты.

Формы подведения итогов по модулям:

1. Теория БАС: в данном модуле обучающийся приобретет основные теоретические сведения об истории и развитии беспилотников, сформирует собственный взгляд на отрасль и по итогам может составить гипотезы о методах улучшения существующих технологий, сформировать их в собственный проект. В течение курса производится выявление интересных каждому обучающемуся тематик в рамках курса и дается задание на поиск информации в литературе и интернете. Также, для оценки усвоения

полученных знаний применяется теоретический опрос в игровой форме с пояснениями преподавателя.

2. Конструирование БВС: в качестве подведения итогов производится оценка качества созданной обучающимся конструкции и 3D модели, с указанием их сильных и слабых сторон с возможной дальнейшей модификацией.
3. Сборка и настройка мультикоптера: оценка качества выполненного проекта с указанием сильных и слабых сторон и дальнейшим исправлением недочетов.
4. Визуальное пилотирование: подразумевается итоговое соревнование между учащимися одной группы с возможностью выхода на следующую соревновательную ступень или внешние соревнования.
5. Радиоэлектроника и программирование: проверка полученных знаний проводится посредством проведения тестирования по основным понятиям, решением практических задач по теме.
6. Итоговый контроль: состоит из двух этапов - это прохождение трассы БВС на время в помещении и прохождение трассы на открытой местности в автономном режиме полёта. Оценка результатов происходит согласно Приложению 1.

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Направление	Наименование разделов и тем	Общее количество часов	В том числе:	
				теорети- ческих	практи- ческих
1.	Аэро/Робо	Соблюдение правил ТБ и санитарно-гигиенических норм при работе с электрооборудованием и учебно-методическими материалами	2	2	0
2.	Аэро	Теория БВС	13	13	0
3.	Аэро	Конструирование БВС	8	2	6
4.	Аэро	Сборка и настройка мультикоптера	12	2	10
5.	Аэро	Визуальное пилотирование	16	5	10
6.	Робо	Радиоэлектроника и программирование	24	10	13
7.	Аэро	Пилотирование от первого лица (FPV)	22	3	19
8.	Робо	Автономные беспилотные системы	47	17	30
9.	Аэро/Робо	Итоговый контроль	2	0	2
ИТОГО часов:			144	54	90

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

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

Теория:

- 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 с химическими реактивами.
- Техника безопасности при работе с лабораторными установками.
- Форма контроля: тест.

2. Теория БВС

Теория:

- Брифинг по курсу.
- Чем предстоит заниматься.
- Разновидности БВС.
- История БВС.
- Применение БВС.
- Виды мультикоптеров.
- Основные базовые элементы мультикоптера.
- Теория управления БВС.
- Ручное управление мультикоптером.
- Основы радиосвязи.
- Принцип работы радиоаппаратуры управления.
- Основы электричества.
- Физика электрооборудования БВС.

- Полётный контроллер.
- Контроллеры двигателей.
- Основы электромагнетизма.
- Типы двигателей.
- Бесколлекторные моторы.
- Аккумуляторы БВС.
- Аэродинамика полёта.
- Пропеллер.

3. Конструирование БВС

Теория:

- Расчёт лётно-технических параметров мультироторной платформы.
- Выбор мотора и пропеллера.
- Расчёт весовой нагрузки, энерговооружённости, запаса аккумулятора, время полёта.
- Основы 3D-печати.
- Теория пайки.
- Техника безопасности.

Практика:

- Работа в системах автоматизированного проектирования.
- Практикум - изменение конструктивных особенностей для выполнения различных задач.
- Создание модели для 3D печати с использованием САПР.

4. Сборка и настройка мультикоптера

Теория:

- Техника безопасности при пайке и работе с Li-Po аккумуляторами.

- Техника безопасности при сборке и настройке мультикоптеров, при подготовке к вылету.

Практика:

- Проверка комплектующих конструктора СОЕХ «Клевер 4.2», сборка рамы.
- Пайка регуляторов к моторам и плате питания.
- Установка элементов на раму.
- Установка аппаратуры управления.
- Проверка моторов.
- Установка полётного контроллера.
- Настройка полётного контроллера.
- окончательный монтаж элементов мультикоптера.

5. Визуальное пилотирование

Теория:

- Теория ручного визуального пилотирования.
- Техника безопасности при лётной эксплуатации мультикоптеров.
- Пилотские процедуры.
- Чеклисты.
- Повторение ТБ.
- Экзамен по технике безопасности.
- Прохождение чеклиста по подготовке.

Практика:

- Тренировки на симуляторе полётов.
- Визуальные полёты на БВС Mavica 6 HD (выполнение упражнений):
Висение
Полёт в зоне пилотажа;

- Вперед—назад, влево—вправо;
Посадка;
Полёт по кругу хвостом к себе;
Висение боком к себе;
Полёт взад—вперед и влево—вправо боком к себе;
Полёт боком к себе влево—вправо по одной линии с разворотом;
Полёт лицом к себе. Висение. Вперед—назад, влево—вправо лицом к себе; Закрепление приобретенных навыков;
Полёт по кругу носом вперед;
Восьмёрка носом вперёд.
- Полёты на БВС Mobula 6 HD посредством FPV (выполнение упражнений):
Полёт по кругу;
Восьмёрка;
Прохождение трассы.

6. Радиоэлектроника и программирование

Теория:

- Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем.
- Аналоговые и цифровые сигналы.
- Принципы работы с лабораторным измерительным оборудованием.
- Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров.
- Коммуникация между полётным контроллером БВС и дополнительным бортовым микроконтроллером.
- Передача телеметрии и управляющих команд.

Практика:

- Практикум «Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем».

- Практикум «Исследование электрических сигналов с помощью лабораторного оборудования».
- Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров».

7. Пилотирование от первого лица (FPV)

Теория:

- Теория FPV полётов.
- Аналоговая и цифровая видеотрансляция.
- Применяемые частоты, камеры, радиопередатчики и приёмники.
- Оборудование передачи видео и данных телеметрии.
- Полётное задание и теория FPV пилотирования.

Практика:

- Практикум - подготовка и настройка видеооборудования.
- Контрольные упражнения.
- Полёт по маршруту.
- Установка элементов дистанции и полёт по дистанции.
- Полёт по дистанции.
- Отработка практических заданий.

8. Автономные беспилотные системы

Теория:

- История автономных полётов.
- Развитие автопилотов в авиации.
- Техника безопасности при электромонтаже.
- Основы программирования на языке Python.
- Системы автоматического управления с контуром обратной связи.
- ПИД-регуляторы.
- Использование барометрического датчика для удержания высоты.

- Способы предотвращения столкновений БВС с препятствиями.
- Методы определения расстояния до препятствий.
- Принцип функционирования ультразвукового сонара и работа с ним.
- Основы компьютерного зрения.
- Построение 3D-моделей с помощью специализированного ПО.
- Использование БАС для фотограмметрии.

Практика:

- Знакомство с компьютером Raspberry Pi 3/4.
- Практикум «Программирование бортового компьютера»
- Лётные испытания БВС с бортовым компьютером.
- Практикум “ПИД-регуляторы. Стабилизация БВС по высоте с помощью барометрического датчика”.
- Лётные испытания БВС с системой стабилизации по высоте.
- Лётные испытания БВС с системой предотвращения столкновений.
- Практикум “Конструирование и программирование системы предотвращения столкновений с использованием ультразвуковых сонаров”.
- Распознавание маркеров и применение компьютерного зрения на БВС.

9. Итоговый контроль

Практика:

- Пилотирование от первого лица (FPV): итоговое соревнование между учащимися одной группы с возможностью выхода на следующую соревновательную ступень или внешние соревнования.
- Автономные беспилотные системы: итоговое соревнование, включающее в себя полёт БВС по маршруту автономным способом.

4. Информационно-методическое обеспечение и материально-техническое оснащение дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Прикладная робототехника в беспилотных авиационных системах»

№ п/п	Название	Автор	Год издания (создания)	Вид (электронный, печатный)
Методические пособия				
1	Робототехника для детей и родителей	С.А.Филиппов	2010	Электронный
2	Основы робототехники	А.А. Иванов	2012	Электронный
3	Искусственный интеллект и робототехника	Б.В. Костров, В.Н. Ручкин, В.А. Фулин	2008	Электронный
4	Узнайте, как программировать на LabVIEW	Белиовская Л.Г.	2013	Электронный
5	Информационные материалы на сайте СОЕХ-клевер		2020	Электронный
6	Инструкции по сборке и настройке СОЕХ-клевер		2020	Электронный
7	Методическая литература по основным модулям программы		2020	Электронный
Материально – техническое обеспечение				
11	Конструктор СОЕХ «Клевер 4»	12 шт.		
12	БВС Mobula 6 HD с комплектом FPV	12 шт.		
13	Полётная зона (сетка для полётов внутри здания)	1 шт.		
14	Лаборатория, оснащенная паяльными станциями, вытяжками и необходимыми инструментами	1 шт.		
15	Компьютеры с установленным необходимым ПО	12 шт.		

Нормативные документы:

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 мая 2015 года № 497 «О Федеральной целевой программе развития образования на 2016-2020 годы».
3. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 августа 2013 г. № 1008 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
4. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 4 июля 2014 г. № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».
5. Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138 (ред. от 02.12.2020) "Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации".

Оценка выполнения задания будет происходить по следующим критериям:

- 1 балл: пройдено 0-3 маркера и полностью разряженный аккумулятор
- 2 балла: пройдена 3-10 маркеров и полностью разряженный аккумулятор
- 3 балла: пройдено 10-17 маркеров и полностью разряженный аккумулятор
- 4 балла: пройдено 18-24 маркера и полностью разряженный аккумулятор
- 5 баллов: пройдено 25 маркеров более чем за 10 минут
- 6 баллов: пройдено 25 маркеров за 10 и менее минут, аккумулятор не полностью разряжен.

Разрешено провести 3 попытки, в зачет идет лучшая.