

Государственное областное автономное образовательное учреждение
«Центр поддержки одаренных детей «Стратегия»
Детский технопарк «Кванториум»

Рассмотрена и принята на заседании
Педагогического совета ГОАОУ «Центр
поддержки одаренных детей «Стратегия»

Протокол от 28.08.2020 г. № 1



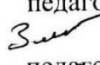
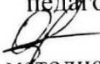

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ГОАОУ «Центр поддержки
одаренных детей «Стратегия»
В.В.Моргачев

Приказ от 28.08.2020 № 96-п

**Дополнительная общеразвивающая программа
технической направленности
"Аэроквантум» (Линия - 2)**

Возраст обучающихся: 13-16 лет
Срок реализации: 1 год.

Авторы программы:

Злобин М.С., педагог дополнительного
образования, 
Орехов Н.В., педагог дополнительного
образования, 
Армашов Д.О., методист 

Липецк, 2020

Оглавление

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
1.1. Направленность программы	4
1.2. Актуальность программы	4
1.3. Отличительные особенности программы	4
1.4. Возраст обучающихся, участвующих в освоении программы	5
1.5. Объем и срок освоение программы	5
1.6. Форма обучения	5
1.7. Особенности организации образовательного процесса	5
1.8. Цель и задачи программы	6
II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН	8
III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	9
IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	15
V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ.....	18
VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ.....	23
6.1. Планируемые результаты освоения программы	23
6.2. Способы и формы проверки результатов освоения программы	25
6.3. Форма подведения итогов реализации	26
VII. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	26
7.1. Особенности организации учебного процесса и учебных занятий	26
7.2. Дидактические материалы	26
7.3. Организационно-педагогические и кадровые условия	26
7.4. Материально-техническое обеспечение	27
VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	28
Приложение 1	31
Таблица 1. Модель разноуровневой образовательной программы «Аэроквантум»	31
Таблица 2. Мониторинг результатов обучения ребёнка по дополнительной образовательной программе	35

Таблица 3. Индивидуальная карточка учёта результатов обучения ребёнка по дополнительной образовательной программе	40
Таблица 4. Характеристика деятельности по освоению предметного содержания образовательной программы	42
Приложение 2	45
Приложение 3	46

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Направленность программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Аэроквантум. Линия 2» имеет техническую направленность.

1.2. Актуальность программы

Данная общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет техническую направленность. Предполагает дополнительное образование детей в области авиамоделирования и беспилотной авиации.

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

1.3. Отличительные особенности программы

Современные тенденции развития роботизированных 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 беспилотных авиационных систем (БАС). Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Образовательная программа «Аэроквантума» позволяет не только обучить ребенка правильно моделировать и конструировать, но и подготовить обучающихся к планированию и проектированию разноуровневых технических проектов и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Описываемая образовательная программа интересна тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия.

1.4. Возраст обучающихся, участвующих в освоении программы

В реализации данной программы участвуют обучающиеся 13-16 лет.

1.5. Объем и срок освоение программы

Срок реализации программы – 1 год. Программа рассчитана на 36 недель; 6 часов в неделю; всего – 216 учебных часов в год. Количество занятий в неделю – 2 (3 академических часа) или 3 (2 академических часа). Занятия построено по принципу 40 минут работы, 10 минут отдыха или смены деятельности.

1.6. Форма обучения

Очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (при необходимости).

1.7. Особенности организации образовательного процесса

Образовательный процесс (занятия) осуществляется в группах детей разного возраста. Состав группы постоянный; количество обучающихся в группе – 12-15 человек.

Программа предоставляет обучающимся возможность освоения учебного содержания занятий с учетом их уровней общего развития, способностей, мотивации. В рамках программы предполагается реализация параллельных процессов освоения содержания программы на разных уровнях доступности и степени сложности, с опорой на диагностику стартовых возможностей каждого из участников. Содержание, предлагаемые задания и задачи, предметный материал программы дополнительного образования детей организованы в соответствии со следующими уровнями сложности:

1) «Начальный уровень». Участнику предлагается знакомство с основными представлениями, не требующими владения специализированными предметными знаниями и концепциями, участие в решении заданий и задач, обладающих минимальным уровнем сложности, необходимым для освоения содержания программы.

2) «Базовый уровень». Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование специализированных предметных знаний, концепций.

3) «Продвинутый уровень». Участнику предлагается участие в постановке и решении таких заданий и задач, для которых необходимо использование сложных, специализированных предметных знаний, концепций (возможно требуется корректное использование концепций и представлений из разных предметных областей), научиться документировать ход работы и результаты.

1.8. Цель и задачи программы

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых знаний и навыков по таким направлениям, как: авиамоделирование, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, прикладное применение БПЛА.

Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и научной деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

Создание условий для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учёбы в ВУЗах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанных с робототехникой и авиастроением.

Основные задачи программы:

Начальный уровень:

Обучающие:

- использование современных разработок по БПЛА в области образования;
- ознакомление учащихся с комплексом технологий, применяемых при создании БПЛА;
- ознакомление с возможностью реализации межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой;

Развивающие:

- развитие у учащихся инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования БПЛА;
- развитие креативного мышления и пространственного воображения;
- развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности;

Воспитательные:

- повышение мотивации учащихся к изобретательству;
- формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного материала;
- формирование навыков проектного мышления, работы в команде.

Базовый уровень:

Обучающие:

- использование современных разработок по БПЛА в области образования;
- ознакомление и умение применить комплекс базовых технологий, применяемых при создании БПЛА;
- реализация межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой;

Развивающие:

- развитие у учащихся инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования БПЛА;
- развитие креативного мышления и пространственного воображения;
- развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности;

Воспитательные:

- повышение мотивации учащихся к изобретательству;
- формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного материала;
- формирование навыков проектного мышления, работы в команде.

Продвинутый уровень:

Обучающие:

- использование современных разработок по БПЛА в области образования;
 - ознакомление учащихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании БПЛА;
 - реализация межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой;
- реализация проектов в сфере БПЛА; Развивающие:

- развитие у учащихся инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и эффективного использования БПЛА;
- развитие креативного мышления и пространственного воображения;
- развитие мелкой моторики, внимательности, аккуратности;
- развитие навыков прототипирования

Воспитательные:

- повышение мотивации учащихся к изобретательству;
- формирование у учащихся стремления к получению качественного законченного материала;
- формирование навыков проектного мышления, работы в команде.

II. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Наименование разделов и тем		Общее количество часов	В том числе			Форма контроля
			Теоретических	практических	проектных	
1		2	3	4	5	6
1. Работа с компьютерным зрением	Н	63	14	28	21	Проект-проба + тест
	Б	63	14	28	21	Проект-проба + тест
	У	63	14	28	21	Мини-проект
2. Работа с ROS	Н	27	6	12	9	Проект-проба + тест
	Б	27	6	12	9	Проект-проба + тест
	У	27	6	12	9	Проект-проба + тест
3. Автономное пилотирование БПЛА	Н	99	22	44	33	Проект-проба + тест
	Б	99	22	44	33	Проект-проба + тест
	У	99	22	44	33	Проект-проба + тест
4. Картография, фотограмметрия, аэрофотосъемка	Н	27	6	12	9	Проект-проба + тест
	Б	27	6	12	9	Проект-проба + тест
	У	27	6	12	9	Проект-проба + тест
Итого часов:		216				

Данная образовательная программа изучается в течение одного учебного года (40 недель), 6 часов в неделю. Школьники выполняют 9 практических занятий, проводится одна контрольная работа во время аудиторных занятий. По окончании курса происходит защита проектной работы.

Н – начальный

уровень,

Б – базовый

уровень

У – углубленный

уровень

III. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ темы	Название разделов и тем	Кол-во часов	Кейс, раскрывающий содержание темы
Работа с компьютерным зрением			
1.	Вводное занятие. Введение в учебный курс, ТБ, повторение изученного материала.	3	Кейс 0, 1
2.	Введение в компьютерное зрение. Описание библиотеки OpenCV. Hello World.	3	Кейс 2
3.	Начало работы с изображениями.	3	Кейс 2
4.	Начало работы с видео.	3	Кейс 2
5.	Цветовые пространства.	3	Кейс 2
6.	Поиск объекта по цвету	3	Кейс 2
7.	Геометрические трансформации.	3	Кейс 2
8.	Сглаживание изображений.	3	Кейс 2
9.	Проектное занятие	3	Кейс 2
10.	Детектор границ Кенни.	3	Кейс 2
11.	Обнаружение линии с помощью Hough Transform.	3	Кейс 2
12.	Контур. Начало работы.	3	Кейс 2
13.	Контур. Поиск и сравнение.	3	Кейс 2
14.	Поиск объектов на изображении по контуру.	3	Кейс 2
15.	Итоговое занятие	3	Кейс 2
<p>1. Вводное занятие. Введение в учебный курс, ТБ, повторение изученного материала.</p> <p style="padding-left: 40px;">Написание ТБ. Повторение материала по сборке БПЛА</p> <p style="padding-left: 40px;">Написание ТБ. Повторение материала по сборке БПЛА и электрических цепей</p> <p style="padding-left: 40px;">Написание ТБ. Повторение материала по сборке БПЛА и электрических цепей, а также по работе с платформой Arduino</p> <p>Введение в компьютерное зрение. Описание библиотеки OpenCV. Hello World.</p> <p style="padding-left: 40px;">2. Создание пустого окна с названием Hello World</p> <p style="padding-left: 40px;">Вывод текста Hello World</p> <p style="padding-left: 40px;">Рисование надписи Hello World</p> <p style="padding-left: 40px;">3. Проектное занятие</p> <p style="padding-left: 40px;">4. Начало работы с изображениями.</p>			

Загрузка и отображение изображения

Вывод информации об изображении в консоль

Изменение и сохранение изображения.

5. Начало работы с видео.

Вывод видео.

Захват видео с камеры.

Запись видео.

6. Проектное занятие

7. Цветовые пространства.

Перевод изображения в бинарный вид.

Изменение цветового пространства.

Фильтры.

8. Поиск объекта по цвету

RGB

HSV

CMYK

9. Проектное занятие

10. Геометрические трансформации.

Масштабирование, сдвиг, поворот

Аффинные преобразования

Перспективные преобразования

11. Сглаживание изображений.

Высокие и низкие фильтры изображений

Размытие изображений

Определение и удаление шума с изображения с помощью сглаживания

12. Проектное занятие

13. Детектор границ Кенни.

Подбор параметров для выделения границ с помощью детектора Кенни

Удаление лишних контуров с изображения

Удаление шума, соединение контуров

14. Обнаружение линии с помощью Hough Transform.

Обнаружение непрерывной прямой линии

Обнаружение непрерывной изогнутой линии

Обнаружение прерывистой линии

15. Проектное занятие

16. Контур. Начала работы.
- Получение характеристик контура
 Понятие о моментах контура
 Изучение расширенных методов работы с контурами
17. Контур. Поиск и сравнение.
- Поиск контура прямоугольника на изображении
 Поиск контура круга на изображении
 Поиск контура звезды на изображении
18. Проектное занятие
19. Поиск объектов на изображении по контуру.
- Поиск книги на изображении
 Поиск нескольких книг на изображении и их подсчет
 Поиск объектов сложной формы на изображении
20. Проектное занятие
21. Итоговое занятие.

Работа с ROS

16.	Описание структуры ROS. Настройка окружения, пакеты, топики, ноды, сервисы, параметры, установка дополнительных пакетов, сборка.	3	Кейс 3
17.	Написание простого публичера и сабскрайбера.	3	Кейс 3
18.	Написание простой клиент-сервисной ноды	6	Кейс 3
19.	Работа с launch файлами.	3	Кейс 3
20.	Итоговое занятие.	3	Кейс 3

1. Описание структуры ROS. Настройка окружения, пакеты, топики, ноды, сервисы, параметры, установка дополнительных пакетов, сборка.

Настройка окружения ROS
 Установка дополнительных пакетов
 Сборка дополнительных пакетов

2. Написание простого публичера и сабскрайбера.

Обмен сообщениями типа String
 Обмен сообщениями разных типов
 Работа с публичерами и сабскрайберами из консоли

3. Проектное занятие

4. Написание простой клиент-сервисной ноды

<p>Создание сервиса для вывода сообщения Hello World</p> <p>Создание сервиса для сложения двух чисел</p> <p>Создание сервисов для алгебраических операций</p> <p>5. Проектное занятие</p> <p>6. Работа с launch файлами.</p> <p>Изучение синтаксиса для написания launch файлов</p> <p>Написание собственного launch файла</p> <p>Использование параметров в launch файлах</p> <p>7. Проектное занятие</p> <p>Итоговое занятие.</p>			
Автономное пилотирование БПЛА			
21.	Сборка мультироторной системы для автономных полетов	12	Кейс 3
22.	Настройка и установка дополнительного оборудования для автономных полетов	3	Кейс 3
23.	Калибровка камеры	3	Кейс 3
24.	Навигация по Optical Flow	6	Кейс 3
25.	Визуализация с помощью rviz.	3	Кейс 3
26.	Создание мультироторной системы, следующей по траектории-линии	12	Кейс 4
27.	Создание мультироторной системы, выполняющей задание по перевозке грузов	12	Кейс 4
28.	Создание мультироторной системы для мониторинга городских пространств	12	Кейс 4
29.	Итоговое занятие.	3	Кейс 4
<p>1. Сборка мультироторной системы для автономных полетов</p> <p>Сборка набора базового уровня</p> <p>Сборка набора продвинутого уровня</p> <p>Разработка и создание собственной мультироторной системы</p> <p>2. Проектное занятие</p> <p>3. Настройка и установка дополнительного оборудования для автономных полетов</p> <p>Настройка на образе Clever с эстиматором LPE</p> <p>Настройка на образе Clever с эстиматором EKF</p> <p>Настройка на собственном образе</p> <p>4. Проектное занятие</p> <p>5. Калибровка камеры</p> <p>Калибровка камеры готовым скриптом Clever</p>			

Калибровка камеры с помощью пакета ROS

Калибровка камеры вручную с использованием OpenCV

6. Проектное занятие

7. Навигация по Optical Flow

Настройка Optical Flow

Улучшение навигации по Optical Flow путем настройки дополнительных параметров

Работа с rx4flow

8. Проектное занятие

9. Визуализация с помощью rviz.

Создание системы координат, отображение положения устройства

Детектирование маркеров

Получение изображения с камеры

10. Проектное занятие

11. Создание мультироторной системы, следующей по траектории-линии

С использованием Aruco маркеров

С использованием других средств навигации

Без использования дополнительных средств навигации

12. Проектное занятие

13. Создание мультироторной системы, выполняющей задание по перевозке грузов

Только перевозка груза из точки А в точку В на примитивном захватывающем устройстве

Разработка собственного захватывающего устройства

Перевозка груза по усложненному полигону

14. Проектное занятие

15. Создание мультироторной системы для мониторинга городских пространств

Следование по маршруту города, получение снимков

Выполнение специальных инструкций в зависимости от зоны пребывания устройства (определение зоны по цвету)

Выполнение специальных инструкций в зависимости от обнаруженного объекта

16. Проектное занятие

Итоговое занятие

Картография, фотограмметрия, аэрофотосъемка

30.	Изучение программ для создания полетных заданий с целью	3	Кейс 5
-----	---	---	--------

	построения 3D моделей и сферических панорам.		
31.	Построение 3D модели из фотографий, полученных во время аэросъемки.	3	Кейс 5
32.	Создание сферическое панорамы.	3	Кейс 5
33.	Итоговое занятие	3	Кейс 5
34.	Рекурсия курса	3	Кейс 5
<p>1. Изучение программ для создания полетных заданий с целью построения 3D моделей и сферических панорам.</p> <p>Изучение программы Ground Station Pro Изучение программы Altizure Изучение программы Litchi</p> <p>2. Проектная деятельность</p> <p>3. Построение 3D модели из фотографий, полученных во время аэросъемки.</p> <p>Построение 3D модели из фотографий формата JPG Построение 3D модели из фотографий формата RAW Построение 3D модели с множественными проходами</p> <p>4. Проектная деятельность</p> <p>5. Создание сферическое панорамы.</p> <p>Создание панорамы из фотографий формата JPG Создание панорамы из фотографий формата RAW Создание панорамы и доработка неба</p> <p>6. Проектная деятельность</p> <p>7. Итоговое занятие</p> <p>Рекурсия курса</p>			
Основы проектной деятельности			
35.	Проектная деятельность. Введение.	3	-
36.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения	6	-
37.	Проектная деятельность. Цели и задачи.	6	-
38.	Проектная деятельность. Разработка решения.	15	-
39.	Проектная деятельность. Прототипирование	24	-
40.	Проектное обучение. Испытания.	12	-
41.	Проектное обучение. Представление.	6	-
Итого		216	

IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Наименование темы	Содержание обучения
1	2	3
Блок 1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Введение в компьютерное зрение. Описание библиотеки Opencv. Hello World. 2. Начало работы с изображениями. 3. Начало работы с видео. 4. Цветовые пространства. 5. Поиск объекта по цвету 6. Геометрические трансформации. 7. Сглаживание изображений. 8. Детектор границ Кенни. 9. Обнаружение линии с помощью Hough Transform. 10. Контур. Начала работы. 11. Контур. Поиск и сравнение. 12. Поиск объектов на изображении по контуру. 	<p>Алгоритмы компьютерного зрения</p> <p>Обнаружение объектов на изображении</p> <p>Обработка изображений</p>
Блок 2.	<p>Работа с ROS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Описание структуры ROS. Настройка окружения, пакеты, топики, ноды, сервисы, параметры, установка дополнительных пакетов, сборка. 2. Написание простого публичера и сабскрайбера. 	<p>Работа с фреймворком ROS</p> <p>Программирование на Python</p>

	<p>3. Написание простой клиентсервисной ноты</p> <p>4. Работа с launch файлами.</p>	
Блок 3.	<p>Автономное пилотирование БПЛА</p> <p>1. Сборка мультироторной системы для автономных полетов</p>	<p>Устройство мультироторных систем</p> <p>Подробная настройка образа Clever</p> <p>Решение прикладных задач, связанных с БПЛА</p>
	<p>2. Настройка и установка дополнительного оборудования для автономных полетов</p> <p>3. Калибровка камеры</p> <p>4. Навигация по Optical Flow</p> <p>5. Визуализация с помощью rviz.</p> <p>6. Создание мультироторной системы, следующей по траектории-линии</p> <p>7. Создание мультироторной системы, выполняющей задание по перевозке грузов</p> <p>8. Создание мультироторной системы для мониторинга городских пространств.</p>	

<p>Блок 4.</p>	<p>Картография, фотограмметрия, аэрофотосъемка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение программ для создания полетных заданий с целью построения 3D моделей и сферических панорам. 2. Построение 3D модели из фотографий, полученных во время аэросъемки. 3. Создание сферическое панорамы. 	<p>Картография, фотограмметрия, аэрофотосъемка</p> <p>Создание карт, 3D моделей, панорам с помощью БПЛА.</p>
--------------------	--	---

V. КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ пп	Название тем (разделов)	Обязательный содержания программы	минимум	Количество часов	Планируемая дата проведения
Устройство принцип работы автономной мультимедийной роторной системы					
1.	Вводное занятие. Введение в учебный курс, ТБ, повторение изученного материала.	Теория: Повторение ТБ, Проведение ТБ, материала. Практика:	повторение	3	07.09.2020 13.09.2020
2.	Введение в компьютерное зрение. Описание библиотеки OpenCV. Hello World.	Теория: Способы реализации автономного управления Практика: Рассмотрение способов оказания воздействия на полетный контроллер		3	07.09.2020 13.09.2020
3.	Проектное занятие	Работа над проектами		3	14.09.2020 20.09.2020
4.	Начало работы с изображениями.	Теория: Повторение материала по сборке БПЛА Практика: Сборка БПЛА		3	14.09.2020 20.09.2020
5.	Начало работы с видео.	Работа над проектами		3	21.09.2020 27.09.2020
6.	Проектное занятие	Теория: Повторение материала по сборке БПЛА Практика: Тестирование и доработка БПЛА		3	21.09.2020 27.09.2020
7.	Цветовые пространства.	Работа над проектами		3	28.09.2020 04.10.2020
8.	Поиск объекта по цвету	Теория: Алгоритм настройки БПЛА Практика: Настройка БПЛА		3	28.09.2020 04.10.2020
9.	Проектное занятие	Теория: Алгоритм настройки БПЛА Практика: Настройка БПЛА		3	05.10.2020 11.10.2020

10.	Геометрические трансформации.	Работа над проектами	3	05.10.2020 11.10.2020
11.	Сглаживание изображений.	Теория: Полетный режимы Практика: Настройка полетных режимов	3	12.10.2020 18.10.2020
12.	Проектное занятие	Теория: GPS Практика: Подключение и настройка GPS	3	12.10.2020 18.10.2020
13.	Детектор границ Кенни.	Работа над проектами	3	19.10.2020 25.10.2020
14.	Обнаружение линии с помощью Hough Transform.	Теория: PID - регулятор Практика: Настройка PID - регулятора	3	19.10.2020 25.10.2020
15.	Проектное занятие	Работа над проектами	3	26.10.2020 01.11.2020
16.	Контур. Начала работы.	Теория: Log - файлы Практика: Работа с log - файлами	3	26.10.2020 01.11.2020
17.	Контур. Поиск и сравнение.	Работа над проектами	3	02.11.2020 08.11.2020
18.	Проектное занятие	Теория: Повторение изученного материала Практика: Проведение итоговой работы	3	02.11.2020 08.11.2020
19.	Поиск объектов на изображении по контуру.	Теория: Основы языка программирования Python. Практика: Написание программы "Hello world"	3	09.11.2020 15.11.2020
20.	Проектное занятие	Теория: Знакомство с оператором условия в Python Практика: Трехместное выражение if/else	3	09.11.2020 15.11.2020
21.	Итоговое занятие	Работа над проектами	3	16.11.2020 22.11.2020
Работа с пакетом ROS				

22.	Описание структуры ROS. Настройка окружения, пакеты, топики, ноды, сервисы, параметры, установка дополнительных пакетов, сборка.	Теория: Знакомство с циклами в Python Практика: Написание программ с циклами в Python	3	16.11.2020 22.11.2020
23.	Написание простого публишера и сабскрайбера.	Теория: Знакомство со строками в Python Практика: Написание программ со строками в Python	3	23.11.2020 29.11.2020
24.	Проектное занятие	Работа над проектами	3	23.11.2020 29.11.2020
25.	Написание простой клиент-сервисной ноды	Теория: Знакомство со списками в Python Практика: Написание программ со списками в Python	6	30.11.2020 06.12.2020
26.	Проектное занятие	Теория: Знакомство со словарями в Python Практика: Написание программ со словарями в Python	3	30.11.2020 06.12.2020
27.	Работа с launch файлами.	Работа над проектами	3	07.12.2020 13.12.2020
28.	Проектное занятие	Теория: Знакомство с функциями в Python Практика: Написание программ с функциями в Python	3	07.12.2020 13.12.2020
29.	Итоговое занятие.	Работа над проектами	6	14.12.2020 20.12.2020
Автономное пилотирование БПЛА				
30.	Сборка мультироторной Системы для автономных полетов	Теория: Повторение изученного Практика: Мини-проект по темам учащихся	12	14.12.2020 27.12.2020
31.	Проектное занятие	Теория: Знакомство с принципами работы Raspberry Pi Практика: Рассмотрение систем охлаждения	3	11.01.2021 17.01.2021

32.	Настройка и установка дополнительного оборудования для автономных полетов	Теория: Взаимодействие с операционной системой Raspberry Pi Практика: Запись образа на съемный носитель	3	11.01.2021 17.01.2021
33.	Проектное занятие	Работа над проектами	3	18.01.2021 24.01.2021
34.	Калибровка камеры	Теория: Основы работы с группой контактов GRIО Практика: Работа с GPIО, мигание светодиодом. Сборка по картинке	3	18.01.2021 24.01.2021
35.	Проектное занятие	Теория: Основы работы с группой контактов GPIО Практика: Работа с GPIО, работа с кнопкой	3	18.01.2021 31.01.2021
36.	Навигация по Optical Flow	Работа над проектами	6	25.01.2021 31.01.2021
37.	Проектное занятие	Теория: Основы работы с группой контактов GPIО Практика: Работа с GPIО, работа с серводвигателем	3	01.02.2021 07.02.2021
38.	Визуализация с помощью rviz.	Теория: Основы работы с группой контактов GPIО Практика: Работа с GPIО, работа с УЗ датчиком расстояния	3	01.02.2021 07.02.2021
39.	Проектное занятие	Работа над проектами	3	08.02.2021 21.02.2021
40.	Создание мультироторной системы, следующей по траектории-линии	Теория: Основы работы с группой контактов GPIО Практика: Работа с GPIО, работа с двигателем постоянного вращения	12	22.02.2021 07.03.2021
41.	Проектное занятие	Теория: Основы работы с группой контактов GPIО Практика: Работа с GPIО, работа с RGB лентой	3	11.03.2020 14.03.2020

42.	Создание мультиторной системы, выполняющей задание по перевозке грузов	Работа над проектами	12	15.03.2021 28.03.2021
43.	Проектное занятие	Теория: Повторение изученного Практика: Мини-проект по темам учащихся	6	29.03.2020 04.04.2020
44.	Создание мультиторной системы для мониторинга городских пространств	Теория: Схема подключения дополнительного оборудования Практика: Подключение дополнительного оборудования	12	05.04.2020 18.04.2020
45.	Проектное занятие	Работа над проектами	6	19.04.2021 25.04.2021
46.	Итоговое занятие.	Теория: Теория настройки ПК для автономных полетов Практика: Настройка ПК	3	26.04.2021 30.04.2021
Картография, фотограмметрия, аэрофотосъемка				
47.	Изучение программ для создания полетных заданий с целью построения 3D моделей и сферических панорам.	Теория: Принципы реализации автономного полета Практика: Написание программы для автономного полета	3	26.04.2021 30.04.2021
48.	Проектная деятельность	Работа над проектами	3	03.05.2021 07.05.2021
49.	Построение 3D модели из фотографий, полученных во время аэрофотосъемки.	Теория: Симуляторы мультиторных систем Практика: Работа с симулятором	3	03.05.2021 07.05.2021
50.	Проектная деятельность	Теория: Изучение сервисов Clever Практика: Работа с сервисами	3	10.05.2021 16.05.2021
51.	Создание сферическое панорамы.	Работа над проектами	6	10.05.2021 16.05.2021

52.	Проектная деятельность	Теория: Принцип работы локальной системы координат Практика: Написание программ	3	17.05.2021 30.05.2021
53.	Итоговое занятие	Теория: Принцип работы Aruco системы координат Практика: Написание программ	3	17.05.2021 30.05.2021
54.	Рекурсия курса		3	17.05.2021 30.05.2021
	Итого		216	

VI. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ

6.1. Планируемые результаты освоения программы

Начальный уровень:

Учащиеся должны знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- технологию создания коптеров;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- законы аэродинамики;
- как использовать созданные программы;
- приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и других объектов и т.д.

Учащиеся должны уметь:

- создавать коптеры;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать простейшие программы;
- работать с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- пилотировать коптеры;
- излагать логически правильно действие своей модели (проекта).
- умение проводить математические расчеты с помощью программ;

- умение применять математические инструменты в проектной деятельности; Базовый уровень:

Учащиеся должны знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- базовые конструкции ЯП;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера и других летательных аппаратов;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- виды электронных элементов;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- как использовать созданные программы;

Учащиеся должны уметь:

- создавать коптеры и другие летательные аппараты;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать программы;
- работать с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- пилотировать коптеры;
- излагать логически правильно действие своей модели (проекта).
- умение проводить математические расчеты с помощью программ;
- умение применять математические инструменты в проектной деятельности; Продвинутый уровень:

Учащиеся должны знать:

- определения понятий: датчик, интерфейс, алгоритм и т.п.;
- базовые конструкции ЯП;
- правила безопасной работы;
- основные компоненты коптера и других летательных аппаратов;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя язык программирования;
- виды электронных элементов;
- основные приемы конструирования летательных аппаратов;
- как использовать созданные программы;

Учащиеся должны уметь:

- создавать автономные коптеры и другие летательные аппараты;
- пользоваться различными датчиками и компонентами;
- программировать и запускать программы;

- работать с дополнительной литературой, с журналами, с каталогами, в интернете (изучать и обрабатывать информацию);
- самостоятельно решать технические задачи в процессе работы;
- пилотировать коптеры;
- излагать логически правильно действие своей модели (проекта).
- оформлять научные работы и технологические листы (документацию).
- умение проводить математические расчеты с помощью программ;
- умение применять математические инструменты в проектной деятельности;

6.2. Способы и формы проверки результатов освоения программы

Виды контроля:

- Текущий контроль – содержание изученного текущего программного материала – в течение учебного года;
- Промежуточная аттестация – освоение отдельной части предмета, курса, дисциплины (модуля) образовательной программы – 14-27 декабря 2020 г.
- Итоговая аттестация – содержание всей образовательной программы в целом – 26 апреля – 16 мая 2020 г.

Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

Формы подведения итогов:

- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);
- практические работы по сборке и ремонту квадрокоптеров;
- творческие задания (подготовка проектов и его презентация)

Итоговая работа

Итоговая контроль обучающихся проводится по результатам выполнения практических заданий и защиты проектов (правила выбора темы и пример проекта представлены в приложение №1).

Практические задания:

1. Работа с компьютерным зрением.
2. Сборка и настройка БПЛА.
3. Автономный полет.
4. Прикладное применение БПЛА.
5. Программирование микроконтроллеров.

6.3. Форма подведения итогов реализации

Портфолио достижений обучающихся, отражающее результативность освоения программы по итогам контрольной работы, защиты проекта и участия в различных конкурсах, олимпиадах, конференциях различных уровней.

VII. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Особенности организации учебного процесса и учебных занятий

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей.

При проведении занятий используют различные формы: лекции, практические работы, беседы, конференции, конкурсы, игры, викторины, проектная и исследовательская деятельность.

При проведении занятий используются приемы и методы технологий: дифференцированного обучения, теории решения изобретательских задач, развития критического мышления и др.

7.2. Дидактические материалы

Используется: демонстрационный материал (презентации), раздаточный материал.

7.3. Организационно-педагогические условия

При реализации программы используется сочетание аудиторных и внеаудиторных форм образовательной работы. Наряду с традиционными используются активные и интерактивные методы и приемы, способствующие развитию мотивационной основы познавательной деятельности в процессе реализации программы.

Организация самостоятельной работы обучающихся осуществляется как под руководством педагога, так и с использованием модели внутригруппового шефства и наставничества.

Педагог организует полученный обратной связи о текущих результатах образовательной деятельности всех обучающихся, на основе их анализа своевременно корректирует образовательные подходы в направлении углубления дифференциации и индивидуализации.

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование в области, соответствующей профилю квантума; опыт работы со школьниками разного возраста, высокий личностный и культурный уровень, творческий потенциал. Компетенции: организация собственной работы и поддержание необходимого уровня работоспособности, обучение и развитие наставляемых, обеспечение высокого уровня мотивации наставляемых, оценка и контроль наставляемых, управление образовательными проектами, проведение игропрактических мероприятий.

7.4. Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования
1	Учебное (обязательное) оборудование	
1.1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	Набор для сборки квадрокоптера
1.2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица
1.3	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО)	Комплект для программирования коптера
1.4	Квадрокоптер	Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования
1.5	Квадрокоптер с фотокамерой на гиросtabilизированном подвесе	Коптер для обучение аэросъемке, настройке и обслуживанию БАС
1.6	Конвертоплан	Конвертоплан для обучения настройке, обслуживанию и эксплуатации БАС перспективных типов
1.7	Фотокамера	Фотокамера для установки на конвертоплан
1.8	Учебная БАС самолетного типа	БАС для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов
1.9	Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторами, доп. зарядкой и защитой винтов	Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъемки
1.10	Ручка для 3D-печати	Знакомство с принципами 3Дпечати
2	Компьютерное оборудование	
2.1	Ноутбук	Работа в классе
2.2	Мышь	

2.3	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков
2.4	МФУ	Много-функциональное устройство
2.5	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель
3	Презентационное оборудование	
3.1	LED панель	подача информационного материала
3.2	Настенное крепление	крепление LED панели
3.3	Интерактивный комплект	Интерактивный комплект доска диагональ 87" / 221 см, формат 16:10 с ультракороткофокусным проектором
3.4	Мобильный стенд	Напольная мобильная стойка для интерактивных досок
4	Расходные материалы и запасные части	
5	Мебель	
5.1	Комплект мебели	
5.2	Светильник настольный галогеновый	Лампа галогеновая gu10
5.3	Корзины для мусора	

VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

№ п/п	Наименование
Основная литература	
1	Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html (дата обращения 31.10.2016).
2	Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8 Режим доступа: http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html (дата обращения 31.10.2016).
3	Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/227425/ (дата обращения 31.10.2016).

4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режимдоступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016).
5	Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html (дата обращения 31.10.2016).
Дополнительная литература	
6	Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html (дата обращения 31.10.2016).
7	Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf (дата обращения 31.10.2016).
8	Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
9	Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим
	доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf (дата обращения 31.10.2016).
10	LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety (Дата обращения 20.10.15)
11	Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
12	Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021

Таблица 1. Модель разноуровневой образовательной программы «Аэроквантум»

УРОВНИ	КРИТЕРИИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ	ФОРМЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ	РЕЗУЛЬТАТЫ
НАЧАЛЬНЫЙ	<p>ПРЕДМЕТНЫЕ: Усвоение правил техники безопасности; Освоение основами проектной деятельности, прикладным применением математики и физики, умению применять полученные знания. Умение работать с опорными схемами, технологическими картами, шаблонами Изучение терминологии.</p>	<p>Наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация.</p>	<p>ПРЕДМЕТНЫЕ: Усвоение правил техники безопасности; Освоение основами проектной деятельности, прикладным применением математики и физики, умению применять полученные знания. Умение работать с опорными схемами, технологическими картами, шаблонами Изучение терминологии.</p>
	<p>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: Умение оценивать правильность, самостоятельно контролировать выполнение технологической последовательности; Организованность; Общительность; Самостоятельность;</p>	<p>Тестирование, наблюдение,</p>	<p>Технология оценивания,</p>	<p>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: Формирование самостоятельного успешного усвоения учащимися новых знаний, познавательных, коммуникативных действий.</p>

	<p>ЛИЧНОСТНЫЕ: формирование нравственных качеств личности; развитие навыков сотрудничества; формирование устойчивого познавательного интереса.</p>	<p>собеседование, анкетирование, педагогический анализ</p>	<p>проблемно-диалогическая технология</p>	<p>ЛИЧНОСТНЫЕ: Знание основных моральных норм, способность к оценке своих поступков и действий других учащихся с точки зрения соблюдения/нарушения моральных норм поведения.</p>
БАЗОВЫЙ	<p>ПРЕДМЕТНЫЕ: Умение самостоятельно решать задачи в измененных условиях, работать с различными источниками информации, технологическими картами, проходить жизненный цикл проекта Осмысленность и правильность использования специальной терминологии</p>	<p>Целенаправленно е наблюдение, опрос, практическая работа, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа</p>	<p>Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация</p>	<p>ПРЕДМЕТНЫЕ: Умение самостоятельно решать задачи в измененных условиях, Уметь работать с различными источниками информации Понимание жизненного цикла проекта Осмысленность и правильность использования специальной терминологии</p>
	<p>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: Способность самостоятельно организовывать процесс работы и учебы, взаимодействовать с товарищами, эффективно распределять и использовать время. Организованность; Общительность; Самостоятельность; Инициативность;</p> <p>ЛИЧНОСТНЫЕ: сформированность внутренней позиции</p>	<p>Тестирование, наблюдение, собеседование, анкетирование, педагогический анализ</p>	<p>Технология оценивания, проблемно-диалогический, технологический</p>	<p>МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: умение распределять работу в команде, умение выслушать друг друга, организация и планирование работы, навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности</p>

	обучающегося — принятие и освоение новой социальной роли; система ценностных отношений обучающихся к себе, другим участникам образовательного процесса, самому образовательному процессу и его результатам.			ЛИЧНОСТНЫЕ: развитие доверия и способности к пониманию и сопереживанию чувствам других людей;
ПРОДВИНУТЫЙ	ПРЕДМЕТНЫЕ: Креативность в выполнении практических заданий, решение задачи по новому алгоритму, который еще не использовался на занятиях, либо выполнить новое задание самостоятельно, применив необычный, оригинальный подход (скомбинировав различные алгоритмы). Уметь обрабатывать информацию из различных источников. Осмысленность и правильность использования специальной терминологии.	Целенаправленное наблюдение, опрос, практическая работа, анализ практических работ, организация самостоятельного выбора, индивидуальная беседа	Наглядно-практический, словесный, уровневая дифференциация	ПРЕДМЕТНЫЕ: Углубленные знания по выбранным направлениям, практические умения и навыки, предусмотренные программой (по основным разделам учебно-тематического плана программы); Творческие навыки; Владение специальной терминологией
	МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: Развитие умения самостоятельно конструировать свои знания и ориентироваться в информационном пространстве познавательных творческих навыков; Организованность; Общительность; Самостоятельность; Инициативность	Логические и проблемные задания, портфолио учащегося; творческие задания; наблюдение, собеседование,	Технологический; Проектный; Частично-поисковый; Метод генерирования идей (мозговой штурм).	МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ: согласованность действий, правильность и полнота выступлений

ЛИЧНОСТНЫЕ:
развитие самоуважения и
способности адекватно
оценивать себя и свои
достижения, умение видеть свои
достоинства и недостатки, уважать
себя и других, верить в успех;

анкетирование,
педагогический
анализ

ЛИЧНОСТНЫЕ:
Способность к оценке своих поступков и действий
других людей с точки зрения соблюдения или
нарушения моральной нормы; Развитая эмпатия.

Таблица 2. Мониторинг результатов обучения ребёнка по дополнительной образовательной программе

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Возможное число баллов	Методы диагностики
1. Теоретическая подготовка ребёнка				
1.1. Теоретические знания (по основным разделам учебно-Тематического плана программы)	Соответствие Теоретических знаний ребёнка программным требованиям	Минимальный уровень – ребёнок овладел менее, чем $\frac{1}{2}$ объёма знаний, предусмотренных программой	1	Наблюдение, тестирование, контрольный опрос и др.
		Средний уровень – объём усвоенных знаний составляет более $\frac{1}{2}$.	5	
		Максимальный уровень – освоил практически весь объём знаний, предусмотренных программой в конкретный период	10	
1.2. Владение Специальной Терминологией	Осмысленность и правильность использования специальной Терминологии	Минимальный уровень – ребёнок, как правило, избегает употреблять специальные термины	1	Собеседование
		Средний уровень – сочетает специальную терминологию с бытовой	5	
		Максимальный уровень – специальные термины употребляет осознанно, в полном соответствии с их содержанием	10	
2. Практическая подготовка ребёнка				
2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой (по основным разделам учебно-Тематического	Соответствие практических умений и навыков Программным требованиям	Минимальный уровень – ребёнок овладел менее, чем $\frac{1}{2}$ предусмотренных умений и навыков	1	Контрольное задание
		Средний уровень – объём усвоенных умений и навыков составляет более $\frac{1}{2}$.	5	
		Максимальный уровень – овладел	10	

плана программы)		практически всеми умениями и навыками, предусмотренными программой в конкретный период.		
2.2. Интерес к занятиям в Детском Объединении	Отсутствие затруднений в Использовании специального оборудования и оснащения	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с оборудованием.	1	Контрольное задание
		Средний уровень – работает с оборудованием с помощью педагога.	5	
		Максимальный уровень – работает с оборудованием самостоятельно, не испытывает особых затруднений.	10	
2.3. Творческие Навыки	Креативность в выполнении практических заданий	Начальный (элементарный) уровень развития креативности – ребёнок в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания педагога	1	Контрольное задание
		Репродуктивный уровень – в основном выполняет задания на основе образца	5	
		Творческий уровень – выполняет практические задания с элементами творчества.	10	
3. Общеучебные умения и навыки ребёнка				
3.1.1 Умение подбирать и Анализировать Специальную Литературу	Самостоятельность в выборе и анализе литературы	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе со специальной литературой, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	1	Анализ исследовательской работы
		Средний уровень – работает со специальной литературой с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – работает со специальной литературой самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	

3.1.2. Умение пользоваться компьютерными источниками информации	Самостоятельность в использовании компьютерными источниками информации	Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при работе с компьютерными источниками информации, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога.	1	Анализ исследовательской работы
		Средний уровень – работает с компьютерными источниками информации с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – работает с компьютерными источниками информации самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	
3.1.3. Умение Осуществлять учебно-исследовательскую работу (писать рефераты, Проводить самостоятельные Учебные Исследования		Минимальный уровень умений – ребёнок испытывает серьёзные затруднения при проведении исследовательской работы, нуждается в постоянной помощи и контроле педагога	1	Анализ исследовательской работы
		Средний уровень – занимается исследовательской работой с помощью педагога или родителей.	5	
		Максимальный уровень – осуществляет исследовательскую работу самостоятельно, не испытывает особых трудностей.	10	
3.2. Учебно-коммуникативные умения				
3.2.1 Умение слушать и слышать педагога	Адекватность восприятия информации, идущей от педагога	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.2.2. Умение выступать перед Аудиторией	Свобода владения и подачи Обучающимся подготовленной информацией	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	

3.2.3. Умение вести полемику, участвовать в Дискуссии	Самостоятельность в построении Дискуссионного выступления, логика в построении доказательств	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3. Учебно-организационные умения и навыки:				
3.3.1. Умение организовать своё рабочее (учебное) Место	Способность самостоятельно готовить своё рабочее место к деятельности и убирать его за собой	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3.2. Навыки соблюдения в Процессе Деятельности Правил Безопасности	Соответствие реальных навыков соблюдения правил безопасности программным требованиям	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	
3.3.3. Умение Аккуратно выполнять работу	Аккуратность и ответственность в работе	Минимальный уровень умений. По аналогии с п.3.1.1.	1	Наблюдение
		Средний уровень. По аналогии с п.3.1.1.	5	
		Максимальный уровень. По аналогии с п.3.1.1.	10	

Совокупность измеряемых показателей разделена в таблице на несколько групп.

Первая группа показателей — **теоретическая подготовка ребенка** включает: - теоретические знания по программе – то, что обычно определяется словами «Знать»; владение специальной терминологией по тематике программы — набором основных понятий, отражающих специфику изучаемого предмета.

Вторая группа показателей — **практическая подготовка ребенка** включает:

- практические умения и навыки, предусмотренные программой, — то, что обычно определяется словами «Уметь»;

- владение специальным оборудованием и оснащением, необходимым для освоения курса; - творческие навыки ребенка — творческое отношение к делу и умение воплотить его в готовом продукте.

Третья группа показателей — **общеучебные умения и навыки ребенка**. Без их приобретения невозможно успешное освоение любой программы. В этой группе представлены: - учебно-интеллектуальные умения; - учебно-коммуникативные умения;

- учебно-организационные умения и навыки.

Таблица 3. Индивидуальная карточка учёта результатов обучения ребёнка по дополнительной образовательной программе (в баллах, соответствующих степени выраженности измеряемого качества)

Фамилия, имя, отчество обучающегося _____
 Возраст обучающегося (класс) _____
 Группа _____
 Фамилия, имя, отчество педагога _____
 Дата начала наблюдения _____

Показатели	Сроки диагностики					
	Первый год обучения		Второй год обучения		Третий год обучения	
	конец II полугодия	конец уч.года	конец II полугодия	конец уч.года	конец II полугодия	конец уч.года
1. Теоретическая подготовка ребёнка						
<i>1.1 Теоретические знания:</i>						
а)						
б)						
в) и т.д.						
1.2. Владение специальной терминологией						
IV. Практическая подготовка ребёнка						
<i>2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой:</i>						
а)						
б)						
в) и т.д.						
2.2. Владение специальным оборудованием и оснащением						
2.3. Творческие навыки						
3. Общеучебные умения и навыки ребёнка						
<i>3.1. Учебно-интеллектуальные умения:</i>						
а) подбирать и анализировать специальную литературу;						
б) пользоваться компьютерными источниками информации;						
в) осуществлять учебноисследовательскую работу						
<i>3.2. Учебно-коммуникативные умения:</i>						
а) слушать и слышать педагога						
б) выступать перед аудиторией						
в) вести полемику, участвовать в дискуссии						

3.3. Учебно-организационные умения и навыки:						
а) умение организовать своё рабочее (учебное) место;						
б) навыки соблюдения правил безопасности в процессе деятельности;						
в) умение аккуратно выполнять работу						
4.Предметные достижения учащегося:						
4.1. На уровне образовательного Учреждения						
4.2. На муниципальном уровне						
4.3. На всероссийском уровне						
4.4. На международном уровне						
Итого						

Таблица 4. Характеристика деятельности по освоению предметного содержания образовательной программы

Название уровня	НАЧАЛЬНЫЙ	БАЗОВЫЙ	ПРОДВИНУТЫЙ
Способ выполнения деятельности	Репродуктивный	Продуктивный	Творческий
Метод исполнения деятельности	С подсказкой, по образцу, по опорной схеме.	По памяти, по аналогии	Исследовательский
Основные предметные умения и компетенции обучающегося	Освоение основами проектной деятельности, программирования, конструировании, прикладным применением математики и физики, умению применять полученные знания. Умение работать с опорными схемами, технологическими картами, шаблонами	Умение самостоятельно решать задачи в измененных условиях, работать с различными источниками информации, технологическими картами, разрабатывать проекты	Креативность в выполнении практических заданий, решение задачи по новому алгоритму, который еще не использовался на занятиях, либо выполнить новое задание самостоятельно, применив необычный, оригинальный подход (скомбинировав различные алгоритмы). Уметь обрабатывать информацию из различных источников
Деятельность учащегося	Актуализация знаний. Воспроизведение знаний и способов действий по образцам, показанным другими. Произвольное и произвольное запоминание (в зависимости от характера задания).	Восприятие знаний и осознание проблемы. Внимание к последовательности и контролю над степенью реализации задуманного. Мысленное прогнозирование очередных шагов изготовления изделия. Запоминание (в значительной степени произвольное).	Самостоятельная разработка и выполнение творческих проектов. (умения выполнить и оформить эскизы, умения привлечь помощников, презентовать свою работу и т.п.) Самоконтроль в процессе выполнения и самопроверка его результатов. Преобладание произвольного запоминания материала, связанного с заданием.

Деятельность педагога	Составление и предъявление задания на воспроизведение знаний и способов умственной и практической деятельности. Руководство и контроль за выполнением.	Постановка проблемы и реализация ее по этапам.	Создание условий для выявления, реализации и осмысления познавательного интереса, образовательной мотивации, построение и реализации индивидуальных образовательных маршрутов. .Составление и предъявление заданий познавательного и практического характера на выполнение работы. Сотворчество педагога и обучающегося.
------------------------------	---	--	--

Примерная итоговая контрольная работа

Часть 1: теоретический блок

Вопросы:

1. Устройство мультироторных систем.
2. Принципы управления мультироторными системами.
3. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.
4. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования.
5. Принципы настройки контроллера с помощью компьютера
6. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.
7. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.
8. Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.
9. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы.
10. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров: устройство и принцип действия микроконтроллеров, характеристики используемых микроконтроллеров и их датчиков.
11. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

Часть 2: практический блок

Задача №1. Движение восьмеркой

Задача №2. Прохождение полосы препятствий

Задача №3. Полет с удержанием высоты

Правила выбора темы проекта

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

Правило 1. Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

Правило 2. Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

Правило 3. Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

Правило 4. Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограничена.

Правило 5. Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

Правило 6. Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

Правило 7. С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

Примеры тем проектов

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров в Геоквантуме.
7. Проектирование квадрокоптера-транспортника.
8. Автономный полет по заданной траектории.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
10. Квадрокоптер лучший друг Робоквантума.

Кейс 0

Метод: игра, лекция.

Название: Вспомнить все!

О кейсе: В рамках данного кейса учащиеся познакомятся между собой, ознакомятся с правилами поведения в ДТ «Кванториум» и правилами работы с оборудованием, а также повторят весь изученный материал и продемонстрирует итоги их работы в рамках прошлого модуля.

Описание: Вот и закончились летние каникулы, надеемся, что вы провели их незабываемо. А теперь начинается учебный год, кажется, что тот летний напалм уже не вернуть, ибо он уже затух. Обещаем, что наша компания «Вспомнить все» поможет вам возжечь этот напалм, восстановив вам воспоминания о незабываемых впечатлениях, полученных от работы на уроках в ДТ «Кванториум». Какие же эмоции вы испытывали, запустив первый раз беспилотник? Что вы ощущали, научившись управлять им? А чувства, при завершении проекта, над которым вы работали весь год, их же невозможно было забыть за лето. А что еще предстоит? Давайте разбираться в этом!

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:

Hard skills:

методы генерирования идей; методы прогнозирования; умение создавать презентацию при помощи специального программного обеспечения.

Soft skills:

умение проводить самоанализ; навыки публичных выступлений.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре программы: вводное занятие.

Кол-во часов/занятий: 4/2.

Место проведения: Аэроквантум.

Учебно-тематическое планирование:

Часть 1.

Цель: провести рефлексию изученного учебного модуля.

Что делаем: делимся впечатлениям, вспоминаем, какая работа была проделана. Определяем основные правила работы с оборудованием, находящимся в кабинете. Формируем ожидания от нового учебного года. Разбиваем детей на группы по их ожиданиям.

Компетенции: самоанализ; прогнозирование; навыки публичных выступлений.

Итог занятия: разбиение групп на команды. Перечень идей для решения задач в рамках поставленной проблемной ситуации.

Количество часов: 2

Часть 2.

Цель: создание аналитического обзора о будущей работе.

Что делаем: отвечаем на вопрос: Рассказываем о компетенциях. Отвечаем на вопрос: «Почему же я ожидаю получить именно данные навыки, и как они помогут мне в будущем?» Формируем своё мнение о наиболее интересных компетенциях. Анализируем потребность

данных компетенций в рабочих профессиях. Фиксируем все мнения и результаты проведенного анализа. Ставим задачу о создании презентации по записям.

Компетенции: умение анализировать, предполагать, слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её.

Итог занятия: скомпонован материал, проведены межкомандные презентации результатов работы, отрефлексированы все этапы работы.

Количество часов: 2

Ключевые понятия: компетенции, профессия, навыки, умения, soft-skills, hard-skills, профориентация.

Демонстрации: атлас профессий.

Ход работы над кейсом:

- Рефлексия итогов прошлого модуля
- Изучение техники безопасности
- Формирование ожиданий от нового модуля
- Деление на команды
- Лекция о компетенциях
- Демонстрация
- Формируем перечень компетенций
- Презентация

Метод работы с кейсом: поиск и анализ информации

Минимально необходимый уровень входных компетенций: для прохождения кейса не требуется специальных знаний.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты - презентация, представленная на общем семинаре.

Процедуры и формы выявления образовательного результата: представление результатов аналитической работы.

Необходимые материалы и оборудование: компьютеры, презентационное оборудование

Кейс 1

Метод: Кейс.

Название: Создание и поддержка систем автоматизации.

О кейсе: В рамках данного кейса учащиеся обсудят перспективы развития области робототехники, ознакомятся с новыми технологиями в данной области. По результату выполнения кейса, должны получиться идеи проектов, отражающие перспективные стратегии развития технологий и их применение для решения практических задач в области робототехники.

Описание: Компания ABB Robotics в тесном сотрудничестве с клиентами по всему миру трансформирует функциональные и отраслевые процессы для перехода на интеллектуальную цифровую деятельность организации. На сегодняшний день стоит вопрос о поддержке новейших автоматизированных систем для разработки высококачественных процессов, позволяющих сократить время, затраты и риски.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:

Hard skills:

Методы генерирования идей, методы прогнозирования, умение создавать презентацию при помощи специального программного обеспечения.

Soft skills:

Умение осуществлять поиск и анализ информации; навыки формулирования проблемы; выдвижение гипотезы; умение ставить вопросы; навыки публичных выступлений.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре программы: перед учебными модулями.

Кол-во часов/занятий: 6/3.

Место проведения: Аэроквантум.

Учебно-тематическое планирование:

Часть 1.

Цель: провести форсайт-сессию и выявить основные положения развития сферы робототехники.

Что делаем:

1. Определить промежуток времени, на который ориентируется фиксация результатов предвидения или активного прогноза.
2. Распределение по малым группам.
3. Распределение ролей в малых группах.
4. Построение «карты будущего»: (на стикерах пишутся цепочки «тренд-артефакт-смысл» и закрепляются на флипчарте в этом порядке, после чего каждая команда рассказывает суть цепочки и ориентировочное время ее наступления).
5. Демонстрируем результаты.

Компетенции: командная работа; умение искать и анализировать информацию; умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично.

Итог занятия: разбиение групп на команды; построена и продемонстрирована «карта будущего».

Количество часов: 2

Часть 2.

Цель: проанализировать результаты форсайт-сессии.

Что делаем: отвечаем на вопрос:

1. Генерация идей проектов по результатам форсайта. Каждая команда берет по одной цепочке (цепочка должна быть сгенерирована другой командой), выделяет из нее

проблему и ставит задачу. После чего находит пути решения (ограничений на этом этапе ставить не нужно, дети должны иметь возможность свободно креативить).

2. Подготовка презентаций идей проектов.
3. Публичное представление идей проектов.

Компетенции: командная работа; умение обобщать информацию и делать умозаключение; умение грамотно формулировать и излагать свои мысли; навыки презентации.

Итог занятия: подведены итоги форсайт-сессии, представлены идеи проектов.

Количество часов: 2

Ключевые понятия: форсайт, футуродизайн, тренд, артефакт, смысл, проблема, проект, жизненный цикл.

Демонстрации: видеоролик про современные новости из мира робототехники.

Ход работы над кейсом:

- Проведение форсайт-сессии
- Разбиение на команды
- Построение «Карты будущего»
- Демонстрация и обсуждение «Карты будущего»
- Постановка идей проектов
- Работа над презентацией идей
- Представление идей проектов

Метод работы с кейсом: поиск и анализ информации

Минимально необходимый уровень входных компетенций: для прохождения кейса не требуется специальных знаний.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – презентация проектной идеи.

Процедуры и формы выявления образовательного результата: представление результатов аналитической работы.

Необходимые материалы и оборудование: компьютеры, презентационное оборудование

Кейс 2

Метод: кейс.

Название: Найди объект

О кейсе: В рамках данного кейса учащиеся получают навыки работы с компьютерным зрением, используя библиотеку OpenCV, а также напишут программное обеспечение для детектирования объекта по заданным параметрам.

Описание: Небезызвестной компании по производству сладких драже необходимо устройство, которое будет проверять сортировку по цвету их драже, осуществляемую сотрудниками. В случае детектирования ошибки, на экран оператора должно вывестись соответствующее сообщение.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:

Hard skills: конструирование и проектирование, знания в области автономных систем, языков программирования, микроконтроллеров / одноплатных компьютеров, сборка электронных компонентов, схемотехника, навыки отладки программ.

Soft skills: работа в команде, навык решения инженерных задач,

Категория кейса: основной.

Место кейса в структуре программы: после введения в автоматизацию процессов.

Кол-во часов/занятий: 16/8

Место проведения: Аэроквантум.

Учебно-тематическое планирование:

Часть 1.

Цель: Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Что делаем:

1. Представление проблемной ситуации в виде ограничения.
2. Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.
3. Проектирование устройства

Компетенции: Командная работа. Умение искать и анализировать информацию. Умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично. Работа с текстовым редактором.

Итог занятия: Создан проект устройства.

Количество часов: 2

Часть 2.

Цель: Изучение основ компьютерного зрения.

Что делаем:

1. Знакомимся с технологией компьютерного зрения.
2. Изучаем функции для получения графической информации.
3. Изучаем базовые функции для обработки полученной графической информации.
4. Изучаем методы фильтрации изображений.
5. Изучаем методы детектирования объектов по контурам.

Компетенции: Командная работа. Конструирование и проектирование.

Итог занятия: Навыки использования технологии компьютерного зрения.

Количество часов: 8

Часть 3.

Цель: Написание программного обеспечения для реализации поставленной в кейсе задачи.

Что делаем:

1. Проектируем программное обеспечение.
2. Реализуем программное обеспечение.

Компетенции: Командная работа. Конструирование и проектирование. Основы работы с одноплатными компьютерами. Основы схемотехники. Разработка и написания программного обеспечения.

Итог занятия: Программное обеспечение позволяющее детектировать объекты по цвету.

Количество часов: 6

Ключевые понятия:

- Компьютерное зрение
- Одноплатный компьютер
- Unix – системы
- Язык программирования Python

Демонстрации: видеоролик, демонстрирующий работы автоматизированных БПЛА.

Ход работы над кейсом:

- Ввод в контекст кейса
- Этапы генерации идей и выбор верного решения
- Разбиение на команды
- Изучение технологии.
- Разработка ПО
- Представление итоговых прототипов по результатам кейса

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

- знание языка программирования Python;
- навыки работы с одноплатным компьютером;
- навыки работы с ПК.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Устройство или программное обеспечение детектирующие объекты по цветам.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Демонстрация результатов работы с оцениванием по заранее заданным критериям.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: Raspberry Pi 3, карта памяти 8gb+, ноутбки.

Кейс 3

Метод: кейс.

Название: Многофункциональная беспилотная летательная система

О кейсе: В рамках данного кейса учащиеся соберут БПЛА мультироторного типа, укрепят навыки по программированию мультироторных систем, а также приобретут новые знания в использовании ROS.

Описание: Логистической компании для обслуживания складов необходим роботизированный комплекс, способный производить подсчет количества товара на складе, в случае необходимости производить сортировку товара по его характеристикам в нужные отделы склада.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:

Hard skills: конструирование и проектирование, знания в области автономных систем, языков программирования, микроконтроллеров / одноплатных компьютеров, сборка электронных компонентов, схемотехника, навыки отладки программ.

Soft skills: работа в команде, навык решения инженерных задач,

Категория кейса: основной.

Место кейса в структуре программы: после введения в автоматизацию процессов.

Кол-во часов/занятий: 20/10.

Место проведения: Аэроквантум.

Учебно-тематическое планирование:

Часть 1.

Цель: Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Что делаем:

4. Представление проблемной ситуации в виде ограничения.
5. Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.
6. Проектирование устройства

Компетенции: Командная работа. Умение искать и анализировать информацию. Умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично. Работа с текстовым редактором.

Итог занятия: Создан проект устройства.

Количество часов: 2

Часть 2.

Цель: Выполнить сборку БПЛА мультироторного типа.

Что делаем:

6. В формате беседы повторяем материал по сборке БПЛА мультироторного типа.
7. Производим сборку БПЛА.
8. Производим настройку полетного контроллера.
9. Тестируем и отлаживаем устройство.

Компетенции: Командная работа. Конструирование и проектирование.

Итог занятия: Функционирующий БПЛА мультироторного типа.

Количество часов: 10

Часть 3.

Цель: Произвести сборку навесного оборудования для автоматизации полета БПЛА мультироторного типа.

Что делаем:

3. Изучаем устройство одноплатных компьютеров.
4. Производим сборку дополнительного навесного оборудования для БПЛА.

Компетенции: Командная работа. Конструирование и проектирование. Основы работы с одноплатными компьютерами. Основы схемотехники.

Итог занятия: Функционирующий БПЛА мультироторного типа, с установленными навесным оборудованием.

Количество часов: 2

Часть 4.

Цель: Написать ПО для проведения подсчета и сортировки товара.

Что делаем:

1. Проектируем программное обеспечение.
2. Изучаем устройство архитектуры системы ROS. Изучаем работу с subscriber и publisher, а также с сервисами в системе ROS. Создаем собственные узлы.
3. Реализуем программное обеспечение.
4. Производим тестовые полеты, при необходимости совершаем отладку ПО.
5. Презентуем итоговый прототип по результатам кейса.

Компетенции: Командная работа. Программирование. Администрирование ОС. Язык программирования. Алгоритмизация. Навыки презентации.

Итог занятия: устройство, способное решить проблемную ситуацию данного кейса.

Количество часов: 10

Ключевые понятия:

Автономный полет

Одноплатный компьютер

Unix – системы

Язык программирования Python

ROS

Демонстрации: видеоролик, демонстрирующий работы автоматизированных БПЛА.

Ход работы над кейсом:

- Ввод в контекст кейса
- Этапы генерации идей и выбор верного решения
- Разбиение на команды
- Проектирование устройства
- Сборка БПЛА мультироторного типа
- Знакомство с одноплатными компьютерами
- Сборка навесного оборудования
- Изучение необходимого материала для написания ПО
- Разработка ПО
- Представление итоговых прототипов по результатам кейса

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

- навыки пайки и электромонтажа;
- знание устройства БПЛА, а также навыки по его сборке;
- знания о работе полетного контроллера;
- навыки работы с ПК.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – Многофункциональный БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Демонстрация результатов работы с оцениванием по заранее заданным критериям.
- Безопасный и предсказуемый автономный полёт БПЛА.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: Комплект БПЛА для автономных полетов, полетная зона, оснащенная Agiso – маркерами.

Кейс 4

Метод: кейс.

Название: Бпла для мониторинга городских пространств

О кейсе: В рамках данного кейса учащиеся соберут БПЛА мультироторного типа, а также адаптируют его для выполнения определенных задач в городских пространствах.

Описание: Будущее. Социум разделился на два класса: люди и эльфы. Процветает полнейший тоталитаризм. Для города «Пандем» компания «Зонтик» хочет изобрести беспилотную летательную систему, способный идентифицировать людей по определенным признакам и выявлять эльфов. Система должна иметь дружественный для человека, а не эльфа, интерфейс.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:

Hard skills: конструирование и проектирование, знания в области автономных систем, языков программирования, микроконтроллеров / одноплатных компьютеров, сборка электронных компонентов, схемотехника, навыки отладки программ.

Soft skills: работа в команде, навык решения инженерных задач,

Категория кейса: основной.

Место кейса в структуре программы: после введения в автоматизацию процессов.

Кол-во часов/занятий: 20/10.

Место проведения: Аэроквантум.

Учебно-тематическое планирование:

Часть 1.

Цель: Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Что делаем:

7. Представление проблемной ситуации в виде ограничения.
8. Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.
9. Проектирование устройства

Компетенции: Командная работа. Умение искать и анализировать информацию. Умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично. Работа с текстовым редактором.

Итог занятия: Создан проект устройства.

Количество часов: 2

Часть 2.

Цель: Написание ПО для детектирования людей.

Что делаем:

10. В формате беседы повторяем материал по компьютерному зрению.
11. Проектируем программу для детектирования людей.
12. Реализуем программу для детектирования людей.
13. Тестируем и отлаживаем программу.

Компетенции: Командная работа. Конструирование и проектирование.

Итог занятия: Программа для детектирования людей по определенным признакам.

Количество часов: 8

Часть 3.

Цель: Написать ПО для автономного перемещения БПЛА в городском пространстве.

Что делаем:

6. Разрабатываем алгоритм и стром блок-схемы.
7. Реализуем составленный алгоритм.
8. Производим тестовые полеты, при необходимости совершаем отладку ПО.

Компетенции: Командная работа. Программирование. Администрирование ОС. Язык программирования. Алгоритмизация. Навыки презентации.

Итог занятия: устройство, способное автономно перемещаться по городскому пространству.

Количество часов: 4

Часть 4.

Цель: Адаптация алгоритма обнаружения людей на БПЛА для городских пространств.

Что делаем:

1. Перенос алгоритма на вычислительный компьютер БПЛА.
2. Написание дополнительных программ.
3. Производим тестовые полеты, при необходимости совершаем отладку ПО.
4. Презентуем итоговый прототип по результатам кейса.

Компетенции: Командная работа. Программирование. Администрирование ОС. Язык программирования. Алгоритмизация. Навыки презентации.

Итог занятия: устройство, способное решить проблемную ситуацию данного кейса.

Количество часов: 6

Ключевые понятия:

- Автономный полет
- Одноплатный компьютер
- Unix – системы
- Язык программирования Python
- ROS

Демонстрации: видеоролик, демонстрирующий работы автоматизированных БПЛА.

Ход работы над кейсом:

- Ввод в контекст кейса
- Этапы генерации идей и выбор верного решения
- Разбиение на команды
- Написание ПО для компьютерного зрения и навигации БПЛА
- Перенос ПО на платформу БПЛА
- Представление итоговых прототипов по результатам кейса

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

- навыки пайки и электромонтажа;
- знание устройства БПЛА, а также навыки по его сборке;
- знания о работе полетного контроллера;
- навыки работы с ПК.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – БПЛА для мониторинга городских пространств.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Демонстрация результатов работы с оцениванием по заранее заданным критериям.
- Безопасный и предсказуемый автономный полёт БПЛА.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: Комплект БПЛА для автономных полетов, полетная зона, оснащенная Агисо – маркерами.

Кейс 5

Метод: кейс.

Название: Фотограмметрия

О кейсе: В рамках данного кейса учащиеся научатся создавать сферические панорамы и 3D – модели местности.

Описание: Вы профессиональный геодезист. Центр поддержки одаренных детей «Стратегия» нуждается в оцифровке своего безграничного образовательного пространства, на котором размещается их центр. Недолго думая, Вы беретесь за этот заказ. Вам необходимо создать интерактивную экскурсию по территории центра, которая будет включать в себя 3D – модель и сферическую панораму. Учтите, что территория безгранична, а это значит, что снимать придется с воздуха!

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:

Hard skills: аэрофотосъемка, пилотирование БПЛА, работа с ПО для решения задач фотограмметрии.

Soft skills: работа в команде, навык решения инженерных задач,

Категория кейса: основной.

Место кейса в структуре программы: после введения в автоматизацию процессов.

Кол-во часов/занятий: 8/4.

Место проведения: Аэроквантум.

Учебно-тематическое планирование:

Часть 1.

Цель: Произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Что делаем:

10. Представление проблемной ситуации в виде ограничения.
11. Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов ее решения и возможности достижения идеального конечного результата.
12. Проектирование устройства

Компетенции: Командная работа. Умение искать и анализировать информацию. Умение аргументировать свою точку зрения и представлять её публично. Работа с текстовым редактором.

Итог занятия: Создан план реализации проекта.

Количество часов: 2

Часть 2.

Цель: Выполнить аэрофотосъемку.

Что делаем:

14. Изучаем оборудование для аэрофотосъемки.
15. Изучаем ПО для съемки по полетному заданию.
16. Производим аэрофотосъемку.
17. Обрабатываем результат аэрофотосъемки.

Компетенции: Командная работа. Навыки пилотирования. Навыки работы с ПО для составления полетных заданий.

Итог занятия: Материал для обработки с помощью технологий фотограмметрии.

Количество часов: 2

Часть 3.

Цель: Оцифровка результатов аэрофотосъемки.

Что делаем:

5. Изучаем программное обеспечение для создания 3D – моделей и сферических панорам.
6. Создаем сферическую панораму и 3D – модель местности.
7. Презентуем итоговое решение кейса.

Компетенции: Командная работа. Навыки решения задач фотограмметрии. Навыки создания 3D – моделей местности, сферических панорам.

Итог занятия: 3D – модель и сферическая панорама.

Количество часов: 4

Ключевые понятия:

Автономный полет

3D – модель местности

Ортофотоплан

Полетное задание

Сферическая панорама

Демонстрации: пример сферических панорам и 3D моделей, сделанных по снимкам с БПЛА

Ход работы над кейсом:

- Ввод в контекст кейса
- Этапы генерации идей и выбор верного решения
- Разбиение на команды
- Изучение материала
- Проведение аэрофотосъемки
- Обработка фотографий

- Представление итоговых результатов кейса

Метод работы с кейсом: практический

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

- знание устройства БПЛА, а также навыки по его сборке;
- знания о работе полетного контроллера;
- навыки работы с ПК.

Предполагаемые образовательные результаты учащегося:

Артефакты – сферическая панорама и 3D – модель местности

Процедуры и формы выявления образовательного результата:

- Демонстрация результатов работы с оцениванием по заранее заданным критериям.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые материалы и оборудование: DJI Phantom 4 или аналогичный ему, Agisoft Metashape, PT GUI.