

**Комитет по образованию администрации городского округа  
«Город Калининград»  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение города  
Калининграда средняя общеобразовательная школа №58**

Введена в действие приказом директора  
МАОУ СОШ №58

№ 67 от «01» ср 2024 г.

Директор



Ерохин А.В.

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
технической направленности  
«Программирование беспилотных авиационных систем  
на языке Python»**

Возраст обучающихся: 10-14 лет

Срок реализации: 9 месяцев

Автор программы:  
Фалежинский Станислав Андреевич,  
педагог дополнительного образования  
г. Калининград

г. Калининград, 2024

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### **Описание предмета, дисциплины которому посвящена программа**

Беспилотные авиационные системы – это бурно развивающийся сегмент рынка в высокотехнологичных отраслях. Очень скоро квадрокоптеры станут неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, что увеличит спрос на профессии, связанные с использованием беспилотников.

Содержание курса направлено на изучение архитектуры и физики полета беспилотных авиационных систем, а также алгоритмов программирования траекторий полета на языке Python. Ребята научатся разрабатывать программы для решения задач автономного облета препятствий, поиска объектов, исследования окружающего пространства с помощью датчиков, спроектируют программный интерфейс для управления дроном с клавиатуры компьютера, познакомятся с основами компьютерного зрения и научат квадрокоптер распознавать объекты, создадут программы автоматизации синхронных и асинхронных групповых полетов.

### **Раскрытие ведущих идей, на которых базируется программа**

Основной идеей программы является формирование у учащихся пространственного и алгоритмического мышления, базовых знаний и навыков ручного и программируемого режимов управления беспилотным летательным аппаратом DJI Robomaster Tello Talent.

Содержание курса актуализирует знания по информатике, математике, технологии, а также способствует развитию навыков сотрудничества и бережного отношения к технике.

### **Описание ключевых понятий, которыми оперирует автор программы:**

*DJI Robomaster TT (Tello Talent)* – летающая робототехническая система для образовательных учреждений на базе успешного Ryze Tello.

*Mission Pads* – контрольные метки, служат для более точного выполнения запрограммированных задач и расширения возможностей программирования.

*Python* — мультипарадигменный язык программирования.

*Алгоритм* – это точно определённая инструкция, последовательно применяя которую к исходным данным, можно получить решение задачи.

*Аэрофотосъёмка* – фотографирование территории с определённой высоты от поверхности Земли при помощи аэрофотоаппарата, установленного на атмосферном летательном аппарате с целью получения, изучения и представления объективных пространственных данных на участках произведенной съемки.

*Беспилотные авиационные системы* – это комплекс, включающий одно или несколько беспилотных воздушных судов, а также наземные технические средства и оборудование навигации и связи, используемые для управления полетом воздушных судов.

*Беспилотный летательный аппарат, БЛА, БПЛА; в разговорной речи также беспилотник; дрон (от англ. drone «трутень»)* – летательный аппарат без экипажа на борту.

*Траектория полета* – совокупность последовательных положений воздушного судна в воздушном пространстве во время выполнения полета.

*Фотосъёмка* – процесс создания (получения) фотографического изображения.

#### **Направленность программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные авиационные системы» имеет техническую направленность.

#### **Уровень освоения программы**

Уровень освоения программы – базовый.

#### **Актуальность образовательной программы**

Актуальность программы обусловлена тем, что развитие навыков вычислительного мышления и программирования в 5 классах является фундаментом для формирования инженерно-технических компетенций учащихся. Сфера применения беспилотных летательных аппаратов на сегодняшний день обширна, начиная от любительской фото-и видеосъемки, и, заканчивая обследованием промышленных и сельскохозяйственных объектов.

#### **Педагогическая целесообразность образовательной программы**

В результате обучения по представленной программе учащиеся расширят свои знания в области устройства и сферы применения летательных беспилотных аппаратов, получат навыки составления алгоритмов траектории полета в трехмерном пространстве и научатся реализовывать их на языке программирования Python. По завершению курса у учащихся будет сформирована база знаний, достаточная для участия в профильных конкурсах и олимпиадах. Приобретенные в процессе обучения навыки программирования сформируют у учащихся фундамент для подготовки к олимпиадам по информатике. Знание содержания курса является обязательным для продолжения изучения алгоритмов планирования полета беспилотного летательного аппарата с использованием картографических сервисов, организации съемки и анализа данных в старших классах.

#### **Практическая значимость образовательной программы**

Практическая значимость программы заключается в реализации практико-ориентированного подхода, который способствует получению качественных первичных знаний, умений и навыков в области управления и программирования беспилотных авиационных систем на примере образовательной модели квадрокоптера DJI Robomaster Tello Talent.

#### **Принципы отбора содержания образовательной программы.**

Принципы отбора содержания (образовательный процесс построен с учетом уникальности и неповторимости каждого ребенка и направлен на максимальное развитие его способностей):

- принцип единства развития, обучения и воспитания;
- принцип систематичности и последовательности;
- принцип доступности;

- принцип наглядности;
- принцип взаимодействия и сотрудничества;
- принцип комплексного подхода;
- принцип природосообразности и культуросообразности;
- принцип гуманизма.

### **Отличительные особенности программы**

Программа впервые реализуется для учащихся 5-6 классов (10-13 лет) и направлена в первую очередь на изучение основ программирования на языке Python с использованием исполнителя Robomaster Tello Talent. В аналогичных программах обучения данной возрастной категории программирование исполнителя осуществляется в визуальной среде программирования.

### **Цель образовательной программы**

Сформировать у обучающихся устойчивые знания и навыки в области управления беспилотными авиационными системами на базе Robomaster Tello Talent.

### **Задачи**

#### *Образовательные:*

- обучить базовым алгоритмам и основам программирования на языке Python;
- развить навыки решения олимпиадных задач по программированию на языке Python;
- актуализировать знания по математике и сформировать новые знания и навыки в решении геометрических задач в двухмерном и трехмерной Декартовой системе координат;
- сформировать умения и навыки в области ручного и программного (на языке Python) управления беспилотными летательными аппаратами;
- познакомить с основами сетевых технологий;
- познакомить с основами технического зрения и алгоритмами детектирования и позиционирования графического объекта в пространстве на примере карточек Mission Pad и ArUco маркеров.

#### *Развивающие:*

- развить коммуникативные компетенции в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной и соревновательной деятельности;
- расширить навыки самообразования на основе мотивации к познанию и творчеству;
- развить алгоритмическое, пространственное и критическое мышление;
- развить навыки проектной и исследовательской деятельности.

#### *Воспитательные:*

- сформировать уважительное отношение к совместной проектной работе, товарищам по команде, вкладу каждого участника в достижении общей цели;
- привить понятие бережного отношения к оборудованию;

- сформировать знания в области техники безопасности при работе компьютерной техникой и с механическими частями летательных устройств; раскрыть творческий потенциал школьников с дальнейшей ориентацией на участие в соревнованиях разного уровня.

### **Психолого-педагогические характеристики обучающихся, участвующих в реализации образовательной программы.**

Программа «Программирование беспилотных авиационных систем на языке Python» предназначена для детей в возрасте 10-13 лет (5-6 классы). Группа может состоять из детей одного возраста или быть разновозрастной.

Численный состав групп: 12-15 человек.

### **Особенности организации образовательного процесса**

Отличительной особенностью организации образовательного процесса является прикладная направленность курса в рамках которой дети изучают программирование и применяют разработанные на языке Python алгоритмы к физическому объекту - квадрокоптеру DJI Robomaster Tello Talent. Летное пространство организовано в учебной аудитории с соблюдением правил техники безопасности. Уровень заданий сформирован по принципу от простого к сложному и направлен на формирование навыков решения олимпиадных задач. В ходе обучения запланировано участие в региональном этапе олимпиады по программированию беспилотных летательных аппаратов.

### **Формы обучения по образовательной программе**

При реализации дистанционного обучения педагог может использовать платформы для обмена текстовыми сообщениями и организации VoIP конференций: ZOOM, Discord, Google Classroom, Google Colab.

Дистанционный формат может быть организован в случае введения карантинных мер или длительного отсутствия учащегося по причине болезни (с согласия родителей). Обучение сопровождается видео записями уроков, опорным конспектом, ссылками на образовательные ресурсы, тестами и практическими заданиями, проверка и демонстрация решения которых может быть реализована учителем в онлайн-формате групповой видеосвязи. При этом педагогу следует предложить такие формы работы и виды деятельности, с которыми ребенок может справиться самостоятельно.

Занятия проходят в форме интерактивных проблемных лекций, практикумов, воркшопов и самостоятельных работ, на которых учащиеся применяют полученные знания. Контроль знаний осуществляется на каждом уроке в виде устного опроса, интерактивных тестов, практических и самостоятельных работ, разработанных по уровням сложности в зависимости от способностей учащихся.

Работу на уроке рекомендуется организовывать в группах по 2-3 человека с четким распределением обязанностей под контролем педагога. Каждый ребенок в группе должен осознавать свою роль и значимость.

В связи с тем, что время полета учебного квадрокоптера ограничено несколькими минутами, при продолжительности занятия в 2 часа рекомендуется начинать урок с практического закрепления навыков управления беспилотным летательным аппаратом, после чего заряжать его в

течении занятия, и в конце урока применять на практике новые знания. Даже при изучении раздела, не связанного с практикой управления квадрокоптером, следует уделять время формированию навыков полета, так как это необходимо для подготовки к профильным соревнованиям.

В первые месяцы обучения педагогом производится анализ и корректировка образовательного маршрута в зависимости от способностей учащихся.

#### **Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий**

Общее количество часов в год – 72 часа. Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут. Недельная нагрузка на одну группу: 2 часа. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 академических часа.

#### **Объем и срок освоения образовательной программы**

Срок освоения программы – 9 месяцев. На полное освоение программы требуется 72 часа, включая индивидуальные консультации.

#### **Основные методы обучения**

При организации обучения используется дифференцированный, индивидуальный подход.

На занятиях используются следующие педагогические технологии: междисциплинарного обучения, проблемного обучения, развития критического мышления, здоровьесберегающая, информационно-коммуникационные технологии и электронные средства обучения, игровая, проектная, исследовательская.

Образовательная программа содержит теоретическую и практическую подготовку, большее количество времени уделяется выработке практических навыков.

Кроме традиционных методов используются:

- эвристический метод;
- исследовательский метод, самостоятельная работа;
- диалог и дискуссия;
- приемы дифференцированного обучения, обеспечивающие обучение каждого обучающегося на уровне его возможностей и способностей.

#### **Планируемые результаты**

##### **Метапредметные:**

- смогут использовать коммуникационные технологии в учебе и повседневной жизни, формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение;
- смогут находить альтернативные решения поставленной проблемы, соотносить свои действия с планируемыми результатами, корректировать их в соответствии с изменяющимися условиями, оценивать правильность выполнения прикладных задач;
- будут демонстрировать результаты совместной исследовательской и проектной деятельности.

##### **Предметные:**

Будут знать:

- историю развития и профессиональные сферы применения беспилотных летательных устройств;
  - базовые принципы полета и управления беспилотным устройством;
  - устройство и компоненты квадрокоптера;
  - интерфейс приложения для управления Robomaster Tello Talent;
  - синтаксис и конструкции языка программирования Python;
  - назначение переменной при составлении программ;
  - базовые алгоритмы решения задач с использованием языка программирования Python;
  - алгоритмы программирования траектории полета квадрокоптера в соответствии с заданными условиями;
  - основы технического зрения, алгоритмы детектирования и позиционирования графических объектов на примере карточек Mission Pad и ArUco маркеров;
- Будут уметь:
- управлять беспилотным летательным аппаратом на базе Robomaster Tello Talent с помощью мобильного приложения;
  - реализовывать алгоритмы решения задач на языке Python с использованием списков, строк, функций и лямбда-выражений;
  - составлять карту (график) траектории полета квадрокоптера в двухмерной и трехмерной системе координат;
  - создавать скрипты на языке Python для автоматизации полета Robomaster Tello Talent с использованием линейных, разветвляющихся и циклических конструкций;
  - разрабатывать интерфейс управления квадрокоптером с возможностью передачи видео потока данных и организацией фото- видео съемки;
  - программировать квадрокоптер на решение задач исследования окружающей среды с помощью датчика высоты квадрокоптера с последующим анализом данных и визуализацией результатов;
  - решать задачи поиска и позиционирования графических объектов камерой квадрокоптера;
  - программировать синхронные и асинхронные групповые полеты квадрокоптеров;
  - решать олимпиадные задачи направления «Программирование беспилотных летательных аппаратов».

#### **Личностные:**

- научатся взаимодействовать и сотрудничать со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной, проектной и соревновательной деятельности;
- научатся уважать мнение товарищей при совместной работе над проектами, ценить вклад каждого участника в достижение общей цели.

#### **Механизм оценивания образовательных результатов**

1. Уровень теоретических знаний.

- Низкий уровень. Обучающийся знает фрагментарно изученный материал. Изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами.

- Средний уровень. Обучающийся знает изученный материал, но для полного раскрытия темы требуются дополнительные вопросы.

- Высокий уровень. Обучающийся знает изученный материал. Может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение материалом.

2. Уровень практических навыков и умений.

Работа с оборудованием, техника безопасности.

- Низкий уровень. Требуется контроль педагога за выполнением правил по технике безопасности.

- Средний уровень. Требуется периодическое напоминание о том, как работать с оборудованием.

- Высокий уровень. Четко и безопасно работает с оборудованием.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы**

Текущий контроль осуществляется в процессе обучения как результат проектной деятельности при изучении каждого раздела курса. Учащиеся выполняют и защищают групповые проекты: исследование объектов по заданным траекториям (ломаная линия, круг, квадрат, многоугольник, дуга, синусоида, змейка, спираль), панорамная съемка периметра объекта (360 градусов), запись координат перемещения дрона, следование дрона по маркерам, управление группой дронов и др.

Итоговая аттестация проводится в конце обучения (апрель - май) в виде групповых соревнований на школьном уровне. Формат олимпиады включает задания на ручное и программное управление квадрокоптером.

**Организационно-педагогические условия реализации образовательной программы**

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

Социально-психологические условия реализации образовательной программы обеспечивают:

– учет специфики возрастного психофизического развития обучающихся;

– вариативность направлений сопровождения участников образовательного процесса (сохранение и укрепление психологического здоровья обучающихся);

– формирование ценности здоровья и безопасного образа жизни; дифференциация и индивидуализация обучения; мониторинг возможностей и способностей обучающихся, выявление и поддержка одаренных детей, детей с ограниченными возможностями здоровья;

– формирование коммуникативных навыков в разновозрастной среде и

среде сверстников.

#### **Материально-технические условия**

DJI RoboMaster Tello Talent Tello с набором карточек Mission Pad - 10 шт.

DJI Mavic Air2 – 2 шт.

Ноутбук с поддержкой WiFi на базе ОС Windows 10 – 15 шт.

Проекторное оборудование (проектор и экран, интерактивная доска) – 1 шт.

Планшеты на базе ОС Android – 10 шт.

WiFi роутер и точка доступа к сети Internet – 1 шт.

Программное обеспечение: симулятор полетов FreeRider, Tello, Python IDLE, PyCharm.

Организация рабочего пространства ребенка осуществляется с использованием здоровьесберегающих технологий. В ходе занятий в обязательном порядке проводится физкультпаузы, направленные на снятие общего и локального мышечного напряжения. В содержание физкультурных минуток включаются упражнения на снятие зрительного и слухового напряжения, напряжения мышц туловища и мелких мышц кистей, на восстановление умственной работоспособности.

#### **Кабинет, соответствующий санитарным нормам СанПин.**

Пространственно-предметная среда (стенды, наглядные пособия и др.).

#### **Кадровые условия реализации программы**

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование в области, соответствующей профилю кружка, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению «Образование и педагогика» без предъявления требований к стажу работы.

#### **Оценочные и методические материалы**

Вся оценочная система делится на три уровня сложности:

1. Обучающийся может ответить на общие вопросы по большинству тем, с помощью педагога может построить и объяснить принцип работы предлагаемого оборудования.

2. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности оборудования.

3. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности оборудования. Но, располагает сведениями сверх программы, проявляет интерес к теме. Проявил инициативу при выполнении конкурсной работы или проекта. Вносил предложения, имеющие смысл. Кроме того, весь курс делится на разделы.

Успехи обучающегося оцениваются так же и по разделам:

– теория;

– практика.

### **Методическое обеспечение**

Обеспечение программы предусматривает наличие следующих методических видов продукции:

- электронные учебники;
- видеоролики;
- информационные материалы на сайте, посвященном данной дополнительной общеобразовательной программе;
- мультимедийные интерактивные домашние работы, выдаваемые обучающимся на каждом занятии.

## СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### **Раздел 1. Основы авиаконструирования и ручного управления беспилотным летательным аппаратом**

**Тема 1-3.** История авиаконструирования. Техника безопасности и правила поведения в классе. Теоретические основы полета. Устройство квадрокоптера. Особенности управления беспилотным летательным аппаратом. Ручное управление квадрокоптером Robomaster Tello Talent с помощью мобильного приложения.

**Теория.** Знакомство с историей развития авиаконструирования. Обзор беспилотных летательных аппаратов и области их применения. Почему квадрокоптер летает и сохраняет равновесие? Общие понятия аэродинамики винта. Устройство квадрокоптера: микроконтроллер, виды двигателей, особенности конструкции рамы, количество и расположение винтов, направление их вращения, характеристики аккумулятора. Дополнительные компоненты квадрокоптера: камера, GPS-приемник, гироскопический датчик. Возможности мобильного приложения Tello и интерфейс управления квадрокоптером.

**Практика.** Разработка модели беспилотного летательного аппарата в соответствии с решением поставленных задач. Управление моделью квадрокоптера в симуляторе. Ручное управление квадрокоптером Robomaster Tello Talent с помощью мобильного приложения. Использование режимов полета мобильного приложения Tello.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися навыков ручного управления квадрокоптером и режимов полета с помощью мобильного приложения Tello: «Мячик», «Круг», «Разворот 360 градусов», «Воздушный шар», «Трюки».

### **Раздел 2. Программирование траекторий полета образовательной модели квадрокоптера Robomaster Tello Talent на языке Python**

Содержание раздела посвящено изучению языка программирования Python на примерах решения задач по информатике и реализации алгоритмов программирования траекторий автономного полета квадрокоптера с использованием линейных, условных и циклических конструкций.

**Тема 4-17.** Среда разработки Python IDLE Переменная. Типы данных. Вывод данных. Конкатенация, комбинированный вывод, f-строки. Команды библиотеки djitellory для управления квадрокоптером. Ввод данных. Линейные алгоритмы траекторий полета. Арифметические и логические операции. Расчет угла поворота дрона в правильных многоугольных траекториях полета. Условные конструкции в Python. Программирование интерфейса выбора траектории полета квадрокоптера. Цикл с условием while. Бесконечный цикл. Операторы break и continue. Разработка интерфейса управления квадрокоптером с помощью клавиатуры компьютера. Цикл for. Функция range(). Циклические алгоритмы программирования траектории полета. Траектории обнаружения объекта. Чтение и обработка данных с

инфракрасного высотомера (ToF датчик). Функции в Python. Следование рельефу по показаниям датчика. Списки. Алгоритмы и методы обработки списков. Исследование рельефа местности. Запись показаний высотомера в одномерный список. Двумерный список. Визуализация данных. Построение диаграммы рельефа местности. Трёхмерные траектории полета квадрокоптера. Полеты координатам (x, y, z). Криволинейные траектории полета в трехмерном пространстве.

**Теория.** Знакомство с языком программирования Python и средой разработки Python IDLE, синтаксисом языка, а также назначением переменных, правилами их создания и типами данных. Разбор способов ввода и вывода числовых и строковых данных (комбинированный, конкатенация, f-строки). Обзор арифметических и логических операций. Актуализация знаний по работе с геометрическими примитивами (периметр, длина, отрезок, угол и др.). Изучение условных конструкций языка на примерах решения задач с использованием полных и неполных ветвлений, вложенных условий и с множественным выбором. Сравнительный анализ возможностей циклических конструкций: while и for с использованием служебных слов continue и break, применение их в решении задач и программировании траекторий полета дрона. Разбор необходимости применения бесконечных циклических конструкций при проектировании интерфейсов. Изучение принципа работы ToF датчика высоты и алгоритмов применения его в исследовании рельефа земной поверхности. Изучение списков (одномерных и двумерных), а также функций и методов работы с ними. Решение задач на проектирование траекторий перемещения в трехмерном пространстве и расчет координат для программирования полетов дрона по кривой.

**Практика.** Установка среды программирования Python IDLE. Выполнение операций в интерактивном режиме Python Shell. Проверка и изменение типа данных. Установка библиотек tello\_binom и djitellopy. Разработка скрипта «Взлет и посадка квадрокоптера». Вывод данных и сложение строк, комбинированный вывод с использованием аргументов sep и end, форматирование с помощью f-строк. Вывод на экран значений температуры и уровня заряда дрона. Программирование направлений полета: вперед, назад, вверх, вниз, влево, вправо. Практические задания «Способы ввода строк и чисел», «Вычисление возраста пользователя». Программирование взлета дрона при вводе данных. Программирование траекторий полета в вертикальной и горизонтальной плоскости: квадрат, прямоугольник. Разработка программы «Калькулятор» на применение арифметических и логических операций в Python. Программирование траекторий полета: правильный треугольник, пятиугольник, шестиугольник. Практические задания «Наибольшее из двух чисел», «Наибольшее из трех чисел», «Четные и нечетные числа», Программирование взлета по вводу пароля. Разработка интерфейса выбора траектории полета с помощью интерактивного ввода команд. Практические задания на применение циклических конструкций: вывод четных/нечетных чисел в заданном диапазоне, подсчет суммы положительных/ отрицательных чисел,

треугольник из символов \*, подсчет разрядов целого числа, вычисление суммы цифр числа. Совершенствуем программы интерфейса для выбора траектории полета с помощью цикла. Разработка интерфейса для управления дроном с помощью клавиатуры. Перебор последовательности, строки, подсчет количества символов в строке и суммы четных и нечетных чисел. Программирование траекторий полета: квадрат, многоугольники, змейка. Реализация проекта «Поиск лунохода» - сканирование сектора с обнаружением объекта. Решение задач с использованием функций Python. Реализация проекта «Следование рельефу по показаниям датчика» - сохранение постоянной высоты относительно рельефа поверхности. Практические задания: «Вывод четных/нечетных элементов массива», «Вывод суммы элементов массива», «Перестановка элементов списка», «Удаление элемента списка». Запись показаний высотомера в одномерный массив при исследовании квадрата местности. Объявление двумерного списка. Обращение к элементам двумерного списка. Алгоритмы заполнения и чтения двумерного списка. Практические задания: «Вывод четных/нечетных элементов двумерного массива», «Вывод суммы элементов двумерного массива», «Перестановка элементов двумерного списка». Визуализация результатов исследования рельефа местности в виде диаграммы. Программирование трехмерных траекторий полета дрона: «Куб», «Пирамида». Программирование криволинейных траекторий полета дрона: «Дуга», «Окружность», «Восьмерка». Реализация проекта «Доставка сообщений» - облет препятствий.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков в решении задач программирования траекторий полета дрона, исследования рельефа земной поверхности и анализа результатов с помощью визуализации данных, разработки интерфейсов управления и выбора траекторий полета.

### **Раздел 3. Основы компьютерного зрения. Обработка графических данных с дрона**

Раздел посвящен изучению основ технического зрения и автоматизации полетов с использованием графических меток: карточек Mission Pad и ArUco маркеров. При изучении модуля дети разработают интерфейс управления квадрокоптером с поддержкой видео связи, научат дрон самостоятельно обнаруживать объекты и выполнять при этом запрограммированные сценарии полета и фото- видео съемки.

**Тема 19-29.** Обследование объектов с помощью видео потока данных. Библиотека OpenCV. Работа с файлами. Алгоритмы программирования фотосъемки с дрона. Функции управления моторами. Панорамная съемка периметра объекта. Использование уравнений и тригонометрических функций (на базовом уровне). Разработка интерфейса селфи квадрокоптера. Разработка интерфейса управления квадрокоптером с поддержкой видео связи. Разделение потоков. Возможности квадрокоптера в решении задач поиска объекта. Задачи компьютерного зрения. Принцип распознавания объекта. Полетные карточки Mission Pad. Распознавание карточки Mission Pad.

Применение полетных карточек при программировании траектории полета. Вычисление и запись координат обнаруженных карточек Mission Pad. Управление квадрокоптером с помощью карточек Mission Pad. Визуальные маркеры (ArUco). Сферы применения. Алгоритм распознавания ArUco маркера. Вычисление координат ArUco маркера. Программирование траекторий полета квадрокоптера с использованием ArUco маркеров.

**Теория.** Возможности библиотеки OpenCV. Работа с файлами в Python. Функции управления моторами. Уравнения и тригонометрические функции для расчета угла поворота и траектории полета дрона при выполнении панорамной съемки. Селфи дрон, назначение и функциональные возможности. Алгоритмы управления дроном с поддержкой передачи видео данных с камеры. Модуль разделения потоков threading. Возможности квадрокоптера в решении задач поиска объекта. Задачи компьютерного зрения: сегментация, детектирование, вычисление координат и др. Принцип распознавания объекта. Возможности и ограничения использования полетных карточек Mission Pad. Алгоритмы вычисления и записи координат обнаруженных карточек Mission Pad. Визуальные маркеры (ArUco). Сферы применения. Библиотека распознавания ArUco маркеров. Алгоритм распознавания ArUco маркера.

**Практика.** Организация получения данных с камеры дрона. Автоматизация фотосъемки с дрона и сохранение кадров. Создание математической модели. Реализация проекта «Осмотр астероида» - панорамная съемка объекта. Создание интерфейса для выбора режима и параметров съемки с дрона с помощью клавиатуры компьютера: расстояние до объекта съемки, количество снимков (вершин траектории полета). Разработка интерфейса управления квадрокоптером с поддержкой видео связи: программирование клавиш с помощью инструментов библиотеки OpenCV, разделение потоков с помощью модуля threading. Практическое задание: «Облет станций (карточек)». Вычисление и запись координат обнаруженных карточек Mission Pad: «Спасательные операции», «Возвращение на базу». Управление квадрокоптером с помощью карточек Mission Pad - задание «Преодоление препятствий». Установка библиотеки распознавания ArUco маркеров. Разработка алгоритма распознавания ArUco маркера. Разработка алгоритма вычисления координат ArUco маркера. Разработка алгоритмов программирования траекторий полета дрона с использованием ArUco маркеров.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися разработанных программ автоматизации полета дрона с использованием алгоритмов обнаружения графических объектов, а также интерфейсов управления квадрокоптером с поддержкой передачи видео данных и организацией фото- видео съемки.

#### **Раздел 4. Программирование групповых полетов дронов**

Содержание раздела познакомит детей с таким направлением применения беспилотных мультироторных летательных аппаратов, как «Шоу дронов» и алгоритмами организации групповых полетов. Ребята познакомятся с

основами сетевых технологий и разработают программы для синхронного и асинхронного полета группы квадрокоптеров.

**Тема 30-33.** Шоу дронов. Сетевые технологии. Синхронные групповые полеты квадрокоптеров. Лямбда-выражения в Python. Асинхронные траектории полеты группы квадрокоптеров. Асинхронные траектории полета группы квадрокоптеров. Групповые полеты с использованием карточек Mission Pad и ArUco маркеров.

**Теория.** Что такое «Шоу дронов»? Технические требования и принцип организации групповых полетов. Сетевые технологии: локальная и глобальная сеть, аппаратное обеспечение, сетевой адрес, параметры настройки роутера. API команды управления квадрокоптером, режим клиента. Лямбда-выражения в Python. Синхронные и асинхронные групповые полеты дронов.

**Практика.** Перевод дрона в режим «клиент» сети и подключение к роутеру. Программирование синхронных траектории полета группы дронов. Решение задач с использованием Лямбда-выражений. Программирование асинхронного группового полета дронов по траекториям: «Квадрат», «Ромб», «Клин». Калибровка траектории полета с помощью карточек Mission Pad и ArUco маркеров.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися разработанных программ автоматизации групповых синхронных и асинхронных полетов квадрокоптера с использованием графических маркеров.

## **Раздел 5. Соревнования по программированию беспилотных летательных аппаратов.**

Содержание раздела позволит обобщить полученные в процессе обучения знания и навыки на примере практического решения олимпиадных задач направлениям: «Летающая робототехника», «Управление и программирование беспилотных летательных аппаратов». Ребята познакомятся с регламентами олимпиад различного уровня и на практике научатся решать задачи отборочных и финальных этапов соревнований, а также смогут принять участие в командном состязании на базе школы.

**Темы 34-36.** Регламенты проведения соревнований. Подготовка к школьному этапу соревнований по ручному и автономному управлению квадрокоптерами. Школьный этап соревнований по ручному и автономному управлению Robomaster Tello Talent.

**Теория.** Регламенты проведения соревнований на уровне города, региона, Федерации. Разбор решения олимпиадных задач.

**Практика.** Тестирование на проверку остаточных знаний и навыков для формирования команд. Решение прикладных заданий по ручному и автономному управлению квадрокоптером.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися практических навыков решения задач автоматизации управления беспилотным летательным аппаратом на языке программирования Python.

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Тема занятий	Количество часов			Самостоятельная работа	Формы контроля
		всего	теория	практика		
<b>Раздел 1. Основы авиаконструирования и ручного управления беспилотным летательным аппаратом</b>						
1.	История авиаконструирования. Техника безопасности и правила поведения в классе	1	1	-	Групповое составление кластера. Диагностика творческих способностей учащихся	Устный опрос Самостоятельная работа над созданием кластера
	Теоретические основы полета. Особенности управления беспилотным летательным аппаратом	1	1	-	Решение задач на определение направления движения. Управление моделью квадрокоптера в авиасимуляторе	Устный опрос Решение задач
2.	Устройство квадрокоптера	2	1	1	Разработка модели БПЛА Управление моделью квадрокоптера в авиасимуляторе	Устный опрос Практическая работа
3.	Ручное управление квадрокоптером Robomaster Tello Talent с помощью мобильного приложения	2	-	2	Управление квадрокоптером Robomaster Tello Talent с помощью мобильного приложения	Практическая работа Зачёт
<b>Раздел 2. Программирование траекторий полета образовательной модели квадрокоптера Robomaster Tello Talent на языке Python</b>						
4.	Среда разработки Python IDLE Переменная.	1	0.5	0.5	Установка среды программирования Python IDLE. Выполнение операций в интерактивном режиме Python Shell. Правила создания переменной.	Устный опрос Практическая работа

	Типы данных	1	0.5	0.5	Проверка типа данных. Изменение типа данных. Установка библиотек tello_binom и djitellory. Разработка скрипта «Взлет и посадка квадрокоптера».	Устный опрос Практическая работа
5.	Вывод данных. Конкатенация, комбинированный вывод, f-строки	1	0.5	0.5	Вывод и сложение строк, комбинированный вывод с использованием аргументов sep и end, вывод и форматирование с помощью f-строк. Вывод на экран значений температуры и уровня заряда дрона.	Устный опрос Практическая работа
	Команды библиотеки djitellory для управления квадрокоптером	1	-	1	Направления полета: вперед, назад, вверх, вниз, влево, вправо	Практическая работа
6.	Ввод данных	1	0.5	0.5	Практические задания «Способы ввода строк и чисел». Практическая работа «Вычисление возраста пользователя».	Практическая работа Тест
	Линейные алгоритмы траекторий полета	1	-	1	Взлет при вводе данных. Траектории полета в вертикальной и горизонтальной плоскости: квадрат, прямоугольник.	Практическая работа
7.	Арифметические и логические операции	1	0.5	0.5	Практическая работа «Калькулятор»	Устный опрос Практическая работа

	Расчет угла поворота дрона в правильных многоугольных траекториях полета	1	0.5	0.5	Траектории полета: правильный треугольник, пятиугольник, шестиугольник.	Устный опрос Практическая работа
8.	Условные конструкции в Python	1	0.5	0.5	Практические задания «Наибольшее из двух чисел», «Наибольшее из трех чисел», «Четные и нечетные числа»,	Практическая работа Решение задач
	Программирование интерфейса выбора траектории полета квадрокоптера	1	-	1	Программирование взлета по вводу пароля. Создание интерфейса выбора траектории полета с помощью интерактивного ввода команд: 1 – полет по прямой и обратно 2 – разворот 360 градусов 3 – треугольник 4 – квадрат 5 – прямоугольник	Практическая работа
9.	Цикл с условием while.	1	0.5	0.5	Вывод четных/нечетных чисел в заданном диапазоне, подсчет суммы положительных/отрицательных чисел, треугольник из символов *, подсчет разрядов целого числа, вычисление суммы цифр числа	Практическая работа Решение задач
	Бесконечный цикл. Операторы break и continue	1	0.5	0.5	Совершенствуем программы интерфейса для	Устный опрос Практическая работа

					<p>выбора траектории полета с помощью цикла:</p> <p>1 – полет по прямой и обратно</p> <p>2 – разворот 360 градусов</p> <p>3 – треугольник</p> <p>4 – квадрат</p> <p>5 – прямоугольник</p> <p>6 – посадка</p>	
10.	Разработка интерфейса управления квадрокоптером с помощью клавиатуры компьютера	2	-	2	<p>Создание интерфейса для управления дроном с помощью клавиатуры:</p> <p>w – вперед 100 см</p> <p>s – назад 100 см</p> <p>a – влево 100 см</p> <p>d – вправо 100 см</p> <p>q – поворот против часовой стрелки на 90 градусов</p> <p>e – поворот по часовой стрелке на 90 градусов</p> <p>1 – вверх 50 см</p> <p>3 – вниз 50 см</p>	Практическая работа
11.	Цикл for. Функция range()	1	0.5	0.5	<p>Перебор последовательности, строки. Подсчет количества символов в строке. Подсчет суммы четных и нечетных чисел.</p>	Практическая работа Решение задач
	Циклические алгоритмы программирования траектории полета	1	-	1	<p>Траектории «Квадрат», «Многоугольники».</p>	Практическая работа

12.	Траектории обнаружения объекта.	1		1	Траектория «Змейка»	Практическая работа
	Чтение и обработка данных с инфракрасного высотомера (ToF датчик)	1	-	1	Реализация проекта «Поиск лунохода» - сканирование сектора с обнаружением объекта	Практическая работа
13.	Функции в Python	1	0.5	0.5	Объявление и вызов функции. Решение задач с использованием функций	Практическая работа Решение задач
	Следование рельефу по показаниям датчика	1	-	1	Реализация проекта «Следование рельефу по показаниям датчика» - сохранение постоянной высоты относительно рельефа поверхности	Практическая работа
14.	Списки. Алгоритмы и методы обработки списков	1	0.5	0.5	Объявление списка. Обращение к элементам списка. Алгоритмы заполнения списка. Перебор элементов. Практические задания «Вывод четных/нечетных элементов массива», «Вывод суммы элементов массива», «Перестановка элементов списка», «Удаление элемента списка»	Практическая работа Решение задач
	Исследование рельефа местности. Запись показаний	1	-	1	Запись показаний высотомера в одномерный	Практическая работа

	высотомера в одномерный список.				массив при исследовании квадрата местности	
15.	Двумерный список	1	0.5	0.5	Объявление двумерного списка. Обращение к элементам двумерного списка. Алгоритмы заполнения и чтения двумерного списка. Практические задания «Вывод четных/нечетных элементов двумерного массива», «Вывод суммы элементов двумерного массива», «Перестановка элементов двумерного списка»	Практическая работа Решение задач
	Визуализация данных. Построение диаграммы рельефа местности.	1	-	1	Визуализация результатов исследования рельефа местности в виде диаграммы	Практическая работа
16.	Трёхмерные траектории полета квадрокоптера. Полеты координатам (x, y, z)	2	1	1	Траектории полета «Куб», «Пирамида»	Устный опрос. Практическая работа
17.	Криволинейные траектории полета в трехмерном пространстве	2	1	1	Траектория «Дуга», «Окружность», «Восьмерка». Реализация проекта «Доставка сообщений» - облет препятствий	Практическая работа
18.	Обследование объектов с помощью видео потока данных. Библиотека OpenCV	1	0.5	0.5	Получение данных с камеры дрона	Устный опрос. Практическая работа

	Работа с файлами. Алгоритмы программирования фотосъемки с дрона. Функции управления моторами	1		1	Автоматизация фотосъемки с дрона. Сохранение кадров	Практическая работа
<b>Раздел 3. Основы компьютерного зрения. Обработка графических данных с дрона</b>						
19.	Панорамная съемка периметра объекта. Использование уравнений и тригонометрических функций (на базовом уровне)	2	1	1	Создание математической модели. Реализация проекта «Осмотр астероида»	Устный опрос. Практическая работа
20.	Разработка интерфейса селфи квадрокоптера	2	-	2	Создание интерфейса для выбора режима и параметров съемки с дрона с помощью клавиатуры компьютера: расстояние до объекта съемки, количество снимков (вершин траектории полета)	Практическая работа
21.	Разработка интерфейса управления квадрокоптером с поддержкой видео связи. Разделение потоков.	2	-	2	Программирование клавиш с помощью инструментов библиотеки OpenCV. Разделение потоков с помощью модуля threading	Практическая работа
22.	Возможности квадрокоптера в решении задач поиска объекта. Задачи компьютерного зрения. Принцип распознавания объекта	1	0.5	0.5	Поиск информации и подготовка сообщений по темам урока	Доклад по теме урока
	Полетные карточки Mission Pad. Распознавание карточки Mission Pad.	1	-	1	Алгоритмы распознавания карточек Mission Pad	Практическая работа

23.	Применение полетных карточек при программировании траектории полета	2	-	2	Практическое задание: «Облет станций (карточек)»	Устный опрос. Практическая работа
24.	Вычисление и запись координат обнаруженных карточек Mission Pad	2	-	2	Практические задания: «Спасательные операции», «Возвращение на базу»	Устный опрос. Практическая работа
25.	Управление квадрокоптером с помощью карточек Mission Pad	2	1	1	Практическое задание: «Преодоление препятствий»	Устный опрос. Практическая работа
26.	Визуальные маркеры (ArUco). Сферы применения.	1	1	-	Установка библиотеки распознавания маркеров ArUco	Устный опрос. Практическая работа
27.	Алгоритм распознавания ArUco маркера	1	-	1	Разработка алгоритма распознавания ArUco маркера	Практическая работа
28.	Вычисление координат ArUco маркера	2	1	1	Разработка алгоритма вычисления координат ArUco маркера	Устный опрос. Практическая работа
29.	Программирование траекторий полета квадрокоптера с использованием ArUco маркеров	2	-	2	Разработка алгоритмов программирования траекторий полета дрона с использованием ArUco маркеров	Практическая работа
<b>Раздел 4. Программирование групповых полетов дронов</b>						
30.	Шоу дронов. Сетевые технологии.	1	1	-	Перевод дрона в режим «клиент» сети и подключение к роутеру	Устный опрос
	Синхронные групповые полеты квадрокоптеров	1	-	1	Программирование синхронных траектории полета группы дронов	Практическая работа
31.	Лямбда-выражения в Python	1	0.5	0.5	Решение задач с использованием Лямбда-выражений	Устный опрос. Практическая работа

	Асинхронные траектории полета группы квадрокоптеров	1	-	1	Программирование группового полета дронов: «Квадрат»	Практическая работа
32.	Асинхронные траектории полета группы квадрокоптеров	2	-	2	Программирование группового полета дронов: «Ромб», «Клин»	Устный опрос. Практическая работа
33.	Групповые полеты с использованием карточек Mission Pad и ArUco маркеров	2	-	2	Калибровка траектории полета с помощью карточек Mission Pad и ArUco маркеров	Устный опрос. Практическая работа
<b>Раздел 5. Соревнования по программированию беспилотных летательных аппаратов</b>						
34.	Регламенты проведения соревнований.	1	1	-	Тестирование на проверку остаточных знаний и навыков для формирования команд	Тестирование
	Подготовка к школьному этапу соревнований по ручному и автономному управлению квадрокоптерами	1	-	1	Решение прикладных заданий по ручному и автономному управлению квадрокоптером	Решение олимпиадных задач
35	Подготовка к школьному этапу соревнований по ручному и автономному управлению квадрокоптерами	2	-	2	Решение прикладных заданий по ручному и автономному управлению квадрокоптером	Решение олимпиадных задач
36.	Школьный этап соревнований по ручному и автономному управлению Robomaster Tello Talent	2	-	2	Решение прикладных заданий по ручному и автономному управлению квадрокоптером	Практическая работа
	<b>Итого</b>	<b>72 часа</b>				

## КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

<b>№</b>	<b>Режим деятельности</b>	<b>Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Программирование беспилотных авиационных систем на языке Python»</b>
1.	Начало учебного года	01 сентября 2024
2.	Продолжительность учебного периода	36 учебных недель
3.	Продолжительность учебной недели	5 дней
4.	Периодичность учебных занятий	1 раз в неделю по 2 часа
5.	Количество часов	72 часа
6.	Окончание учебного года	31 мая 2025
7.	Период реализации программы	01.09.2024-31.05.2025

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

Воспитательный компонент осуществляется по следующим направлениям

организации воспитания и социализации обучающихся:

- 1) гражданско-патриотическое;
- 2) нравственное и духовное воспитание;
- 3) воспитание положительного отношения к труду и творчеству;
- 4) интеллектуальное воспитание;
- 5) здоровьесберегающее воспитание;
- 6) правовое воспитание и культура безопасности;
- 7) воспитание семейных ценностей;
- 8) формирование коммуникативной культуры;
- 9) экологическое воспитание.

Цель – формирование гармоничной личности с широким мировоззренческим кругозором, с серьезным багажом теоретических знаний и практических навыков.

Используемые формы воспитательной работы: викторина, экскурсии, игровые программы, диспуты.

Методы: беседа, мини-викторина, наблюдения, столкновения взглядов и позиций, проектный, поисковый.

Планируемый результат: повышение мотивации к изучению программирования беспилотных систем и личностному развитию; сформированность настойчивости в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата; умение работать в команде; сформированность нравственного, познавательного и коммуникативного потенциалов личности.

### Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Название мероприятия, события	Направления воспитательной работы	Форма проведения	Сроки проведения
1.	Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в классе	Безопасность и здоровый образ жизни	В рамках занятий	Сентябрь
2.	Беседа о сохранении материальных ценностей, бережном отношении к оборудованию	Гражданско-патриотическое воспитание, нравственное воспитание	В рамках занятий	Сентябрь-май
3.	Защита кейсов внутри группы	Нравственное воспитание, трудовое воспитание	В рамках занятий	Октябрь-май
4.	Участие в соревнованиях различного уровня	Воспитание интеллектуально-познавательных интересов	В рамках занятий	Октябрь-май

5.	День авиации и космонавтики	Интеллектуальное воспитание; правовое воспитание и культура безопасности; формирование коммуникативной культуры;	В рамках занятий	Апрель
6.	Международный день беспилотника	Гражданско-патриотическое, нравственное и духовное воспитание; воспитание семейных ценностей	В рамках занятий	Май
7.	Открытые занятия, мастер-классы	Воспитание положительного отношения к труду и творчеству; интеллектуальное воспитание; формирование коммуникативной культуры	В рамках занятий, мероприятия ДТ «Кванториум»	Май

### **Список литературы**

#### Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. №273-ФЗ.

2. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 г. №599.

3. Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 г. №597.

4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. №629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 г. №678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года».

7. Приказ Министерства образования Калининградской области от 26 июля 2022 г. №912/1 «Об утверждении Плана работы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, I этап (2022 – 2024 годы) в Калининградской области и Целевых показателей

реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года в Калининградской области».

Для педагога дополнительного образования:

1. Робототехнический модуль «Аэро». Учебно-методическое пособие. – М.: 2018. – <https://examen-technolab.ru/instructions/ta-0841-mp.pdf>
2. Корешкин И. А. История авиации и воздухоплавания. – М.: 2021. – 280 с.
3. Яценков В. С. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. – СПб.: 2017. – 256 с.
4. Robomaster Tello Talent. Руководство пользователя. – 26 с.
5. Руководство пользователя dji ROBOMASTER TT Mission Pad и Flight Map <https://manuals.plus/ru/dji/robomaster-tt-mission-pad-and-flight-map-manual#axzz7czF8dY9w>
6. Бродин М.Н. Программирование квадрокоптера на языке Python. Программа для общеобразовательных учреждений. 6-е издание – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – [https://uchebnik.mos.ru/composer3/document/31693263/view?article\\_id=1sjjjjym13h&y\\_coord=0](https://uchebnik.mos.ru/composer3/document/31693263/view?article_id=1sjjjjym13h&y_coord=0)

Для обучающихся и родителей:

1. Корешкин И. А. История авиации и воздухоплавания. – М.: 2021. – 280 с.
2. Яценков В. С. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. – СПб.: 2017. – 256 с.