



DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-5-74-81

А. В. Котенко, В. Е. Котенко

Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРОВ TELLO ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «ВВЕДЕНИЕ В ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ PYTHON»*

Аннотация

В статье рассматриваются возможности учебных квадрокоптеров Tello и их применение на занятиях по программированию на языке Python. Приводятся темы модулей, которые рекомендуется изучать с использованием квадрокоптеров. При описании модулей разбираются основные понятия языка программирования Python, особенности его использования совместно с квадрокоптерами DJI Tello, техника безопасности при работе с квадрокоптером, его устройство. Даны понятия алгоритма, его свойства, основные виды алгоритмов. Акцент сделан на линейном алгоритме, приведены примеры реализации линейных алгоритмов для автономного полета, примеры программ для получения информации с бортовых датчиков. Рассмотрены возможные примеры заданий, которые можно предложить учащимся при изучении каждого модуля. Статья рассчитана на учителей информатики, студентов педвузов, педагогов дополнительного образования.

Ключевые слова: Python, программирование, линейный алгоритм, циклы, квадрокоптер, DJI Tello.

1. Введение

Во все времена перед учителем стояла задача по вовлечению обучающихся в учебный процесс. Современные информационные технологии дают педагогам большой арсенал средств и методов обучения, которые помогут в решении этой задачи.

Сегодня во многих школах открываются «Кванториумы», «IT-Кубы», «Точки роста», растет оснащенность современным оборудованием, в том числе квадрокоптерами, государство ставит одной из своих целей подготовку специалистов в области программирования.

Однако основной сложностью, которую в подавляющем большинстве отмечают педагоги, является нехватка методических рекомендаций, знаний и примеров того, каким образом можно использовать все это инновационное оборудование при проведении уроков и внеурочной деятельности.

В современном мире квадрокоптеры выполняют широкий спектр задач. Изначально управление беспилотными летательными аппаратами осуществлялось дистанционно с земли, но современные беспилотные системы все чаще оснащаются автопилотом и бортовым компьютером, что позволяет им решать очень сложные

* Материалы к статье можно скачать на сайте ИНФО: http://infojournal.ru/journals/school/school_05-2023/

Контактная информация

Котенко Артем Владимирович, специалист педагогического Технопарка «Кванториум» им. академика РАО М. П. Лапчика, Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия; *адрес:* 644099, Россия, г. Омск, наб. Тухачевского, д. 14; *e-mail:* answer1@mail.ru.

Котенко Валерия Евгеньевна, магистрант 1-го курса, Омский государственный педагогический университет, г. Омск, Россия; *адрес:* 644099, Россия, г. Омск, наб. Тухачевского, д. 14; *e-mail:* ktsler23@gmail.com

A. V. Kotenko, V. E. Kotenko

Omsk State Pedagogical University, Omsk, Russia

USING TELLO QUADCOPTERS WHEN STUDYING THE COURSE "INTRODUCTION TO PROGRAMMING IN PYTHON"

Abstract

The article discusses the capabilities of Tello educational quadcopters and their use in Python programming classes. The topics of modules that are recommended to be studied using quadcopters are given. When describing the modules, the basic concepts of the Python programming language, the features of its use in conjunction with quadcopter DJI Tello, safety precautions when working with a quadcopter, and its structure are considered. The concepts of an algorithm, its properties, and the main types of algorithms are described. The emphasis is on the consideration of a linear algorithm; examples of the implementation of linear algorithms for autonomous flight are given, as well as examples of programs for obtaining information from on-board sensors. Possible examples of tasks that can be offered to students when studying each module are considered. The article is intended for informatics teachers, students of pedagogical universities, and additional education teachers.

Keywords: Python, programming, linear algorithm, loops, quadcopter, DJI Tello.

задачи в автономном режиме [4]. В этой связи, на наш взгляд, квадрокоптеры целесообразно использовать не только для подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), но, прежде всего, для подготовки будущих программистов и, в частности, при изучении языка программирования Python.

Среди причин, по которым мы остановили свой выбор на языке программирования Python и квадрокоптерах как средстве обучения, выделим следующие:

- На данный момент Python является самым популярным языком программирования, о чем свидетельствуют рейтинги ТЮВЕ [10] и PYPL [7] за 2020–2023 годы (рис. 1, 2). При этом написание программ для автономного полета квадрокоптера позволяет визуализировать результат работы, что, в свою очередь, повышает интерес школьников к дальнейшему изучению программирования.

Worldwide, Oct 2023 :				
Rank	Change	Language	Share	1-year trend
1		Python	28.05 %	+0.1 %
2		Java	15.88 %	-1.0 %
3		JavaScript	9.27 %	-0.3 %
4		C#	6.79 %	-0.2 %
5		C/C++	6.59 %	+0.3 %
6		PHP	4.86 %	-0.4 %
7		R	4.45 %	+0.4 %
8		TypeScript	2.93 %	+0.1 %
9	↑↑	Swift	2.69 %	+0.7 %
10	↓	Objective-C	2.29 %	+0.2 %

Рис. 1. Топ-10 языков программирования согласно рейтингу PYPL на октябрь 2023 года [7]











Sep 2023	Sep 2022	Change	Programming Language		Ratings	Change
1	1			Python	14.16%	-1.58%
2	2			C	11.27%	-2.70%
3	4	↑		C++	10.65%	+0.90%
4	3	↓		Java	9.49%	-2.23%
5	5			C#	7.31%	+2.42%
6	7	↑		JavaScript	3.30%	+0.48%
7	6	↓		Visual Basic	2.22%	-2.18%
8	10	↑		PHP	1.55%	-0.13%
9	8	↓		Assembly language	1.53%	-0.96%
10	9	↓		SQL	1.44%	-0.57%

Рис. 2. Топ-10 языков программирования согласно рейтингу ТЮВЕ на сентябрь 2023 года [10]

- Управление квадрокоптером и его программирование позволяют формировать у учащихся такие надпрофессиональные умения и навыки, как системное мышление, работа в условиях неопределенности, навыки программирования, работы с искусственным интеллектом [1].

2. Изучение языка программирования Python с использованием квадрокоптера Tello

Изучение языка программирования Python с использованием квадрокоптера Tello целесообразно разбить на следующие модули:

- Изучение основных возможностей квадрокоптера, его устройства. Подключение к ноутбуку. Показания встроенных датчиков.
- Линейные алгоритмы. Программирование автономного полета на языке Python.
- Условные алгоритмы. Программирование автономного полета на языке Python.
- Циклы. Программирование автономного полета на языке Python.
- Основы компьютерного зрения.

В рамках данной статьи мы рассмотрим основные моменты при изучении модулей «Изучение основных возможностей квадрокоптера, его устройства. Подключение к ноутбуку. Показания встроенных датчиков» и «Линейные алгоритмы. Программирование автономного полета на языке Python».

При проведении уроков используются презентации, которые отражают основные понятия, изучаемые на занятиях.

3. Модуль «Изучение основных возможностей квадрокоптера, его устройства. Подключение к ноутбуку. Показания встроенных датчиков»

Мы предлагаем следующую **структуру занятия** по модулю «Изучение основных возможностей квадрокоптера, его устройства. Подключение к ноутбуку. Показания встроенных датчиков»:

- I. Организационный момент.
- II. Знакомство с основными понятиями. Основы безопасности при работе с квадрокоптером.
- III. Особенности квадрокоптера Tello.
- IV. SDK — система команд исполнителя Tello.
- V. Подключение квадрокоптера по сети Wi-Fi.
- VI. Установка языка программирования, интерпретатора и основных библиотек.
- VII. Получение показаний датчиков.
- VIII. Рефлексия.

Ход занятия

I. Организационный момент

Приветствие, проверка наличия учащихся, их готовности к занятию, проверка оборудования.

II. Знакомство с основными понятиями.

Основы безопасности при работе с квадрокоптером

Учитель демонстрирует слайды презентации (рис. 3) с основными понятиями БПЛА, основами техники безопасности на занятии.

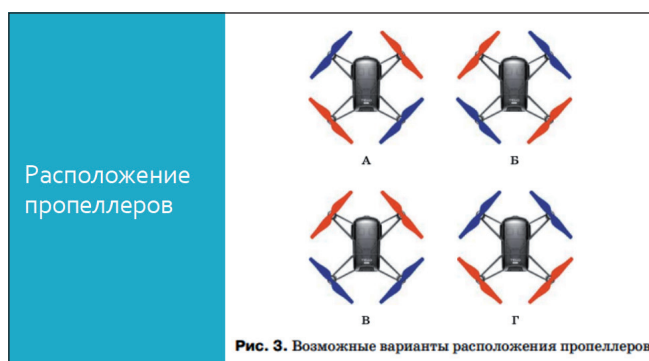
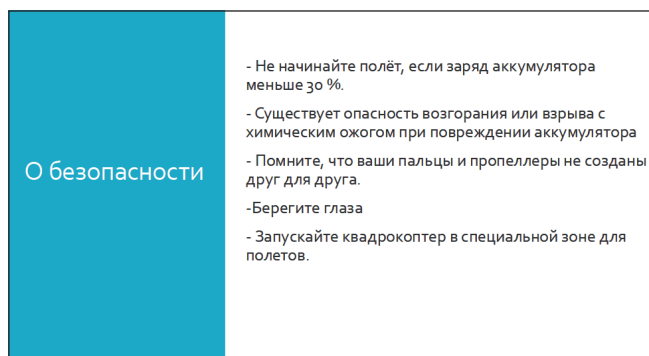


Рис. 3. Возможные варианты расположения пропеллеров

Рис. 3. Слайды презентации

III. Особенности квадрокоптера Tello

Учитель дает определение квадрокоптера, затем рассказывает о квадрокоптере Tello и его основных компонентах.

Квадрокоптер (коптер, квадролет) является частным случаем мультикоптеров — многороторных устройств, которые держатся в воздухе, управляются и перемещаются только за счет несущих пропеллеров [6]. Классический пример квадрокоптера представляет собой крестообразную раму, на концах лучей которой вертикально закреплены моторы (рис. 4).

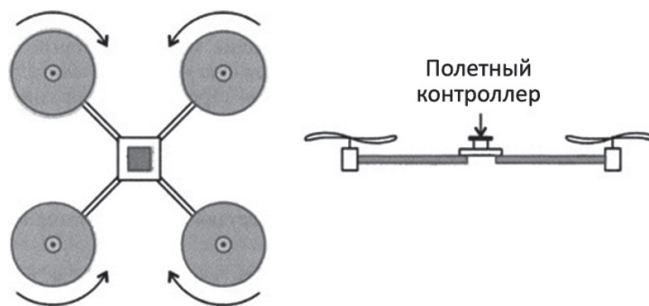


Рис. 4. Схема квадрокоптера [6]

В линейке квадрокоптеров от компании DJI представлены три модели: Ryze Tello, Tello EDU и Robomaster Tello Talent. Ryze Tello поддерживает блочное программирование в среде Scratch и DroneBlocks, программиро-

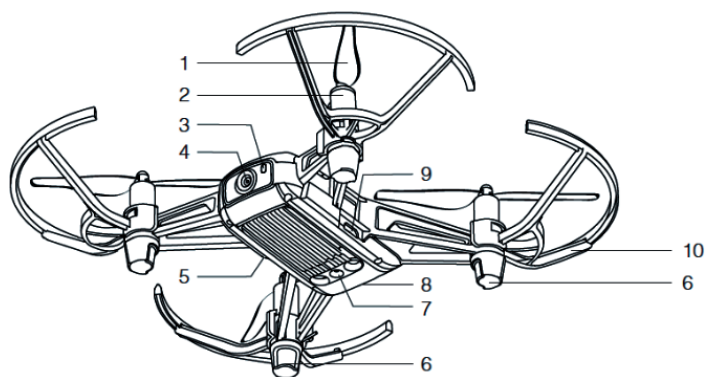


Рис. 5. Схема квадрокоптера:

1 — пропеллеры, 2 — моторы, 3 — индикатор состояния квадрокоптера, 4 — камера, 5 — кнопка включения, 6 — антенны, 7 — система визуального позиционирования, 8 — полетная батарея, 9 — порт micro USB, 10 — защита пропеллеров [9]

вание на языках Python, Java и Swift, оборудован двумя камерами и имеет возможность ручного управления при помощи пульта или приложения. Tello EDU обладает тем же функционалом, что и Ryze Tello, дополнительно поддерживает режим роя дронов, распознавание полетных карточек, идущих в комплекте. В квадрокоптер Tello Talent добавлены RGB-дисплей, а также контроллер ESP32, позволяющий программировать дрон в среде Arduino.

Tello EDU — флагманский продукт программы DJI STEAM. Это программируемый дрон, созданный специально для системы образования. Решение также включает в себя рекомендации для педагогов, набор различных учебных приложений и обучающие материалы, делающие его инновационным учебным инструментом для школ и других образовательных организаций [5].

Эти понятия также демонстрируются на слайдах презентации.

Далее учитель демонстрирует учащимся квадрокоптер Tello и рассказывает о его основных компонентах [9] (рис. 5).

IV. SDK — система команд исполнителя Tello

Педагог предлагает ученикам предположить, какие команды могут содержаться в системе команд исполнителя, затем демонстрирует слайд (рис. 6).

V. Подключение квадрокоптера по сети Wi-Fi

На данном этапе учитель показывает, как подключить квадрокоптер к ноутбуку при помощи сети Wi-Fi. Уточняет, что без полета Tello отключается через две-три минуты, чтобы избежать излишнего перегрева процессора.

Command	Description	Possible Response
command	Enter SDK command mode.	ok / error / unactive
takeoff	Auto take off	ok / error
land	Auto landing	
streamon	Turn on the video stream.	
streamoff	Turn off the video stream.	
emergency	Stop the motor from running.	
up x	Fly upward by x cm. x = 20-500	ok/error + error status
down x	Fly downward by x cm. x = 20-500	
left x	Fly leftward by x cm. x = 20-500	
right x	Fly rightward by x cm. x = 20-500	
	ok/error + error status	
forward x	Fly forward by x cm. x = 20-500	
back x	Fly backward by x cm. x = 20-500	
cw x	Rotate clockwise by x°. x = 1-360	
ccw x	Rotate counterclockwise by x°. x = 1-360	
motoron	Enter Motor-On mode (*Note 1).	ok / error
motoroff	Exit Motor-On mode.	
throwfly	Throw to launch. Throw the drone horizontally within 5s of sending the command.	

Рис. 6. Система команд исполнителя Tello EDU [8]

Ученикам предлагается самостоятельно подключить Tello к ноутбуку, вызвав на панели задач меню выбора беспроводной сети и используя SSID*, указанный на наклейке на дроне (рис. 7).

VI. Установка языка программирования, интерпретатора и основных библиотек

Следующим этапом является установка интерпретатора Python, для чего необходимо скачать его с официального сайта: <https://www.python.org> (рис. 8, 9). Далее скачивается и устанавливается IDE (Integrated Development Environment) — интегрированная среда разработки, т. е. комплекс программных средств, используемый програм-

* SSID, Service Set Identifier — это идентификатор для беспроводной сети. По сути SSID — это имя, которое присваивается сети Wi-Fi при настройке роутера. <https://www.kaspersky.ru/resource-center/definitions/what-is-an-ssid?ysclid=lp12mgd5mb693083455>

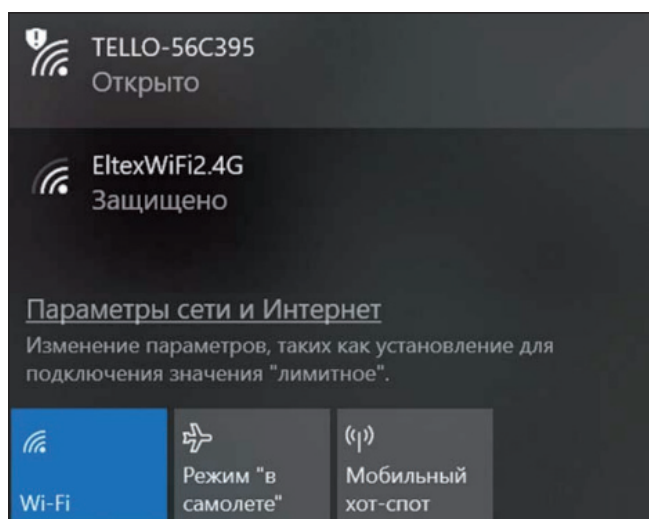


Рис. 7. Выбор точки доступа



Рис. 8. Страница сайта <https://www.python.org>



Рис. 9. Начало установки Python

мистами для разработки программного обеспечения. Для программирования квадрокоптера используется IDE PyCharm Community Edition, скачать которую можно с сайта производителя: <https://www.jetbrains.com/pycharm/>

Процесс установки демонстрируется учащимся на слайдах презентации (рис. 10, 11).

После этого устанавливаются необходимые для работы библиотеки: `djittelopy`, `numpy`, `opencv-python`. Процесс установки библиотек демонстрируется на слайдах.

Затем учащимся предлагается создать новый проект и написать **простейший код на языке Python для проверки правильности установки библиотек**:

```
import cv2
import numpy
import djittelopy
print('Libraries installed successfully')
```

Результатом работы программы будет сообщение: «Libraries installed successfully» в консоли программы.

VII. Получение показаний датчиков

На данном этапе учитель демонстрирует ученикам **программу для получения уровня заряда батареи квадрокоптера**:

```
from djittelopy import Tello
import time
fly = Tello()
fly.coonect()
print(fly.get_battery + '%')
fly.end()
```

В результате в консоль будет выведена информация об уровне заряда батареи.

Далее учащиеся самостоятельно выполняют задание.

Задание.

Вывести на экран:

- показания барометра (`fly.get_barometr()`);
- температуру дрона (`fly.get_temperature()`);
- расстояние до земли (`fly.get_distance_tof()`).

На примерах рассматриваются другие параметры, передаваемые дроном.

VIII. Рефлексия

Обучающиеся фиксируют полученные знания, делятся ощущениями от первого знакомства с квадрокоптером и языком Python.

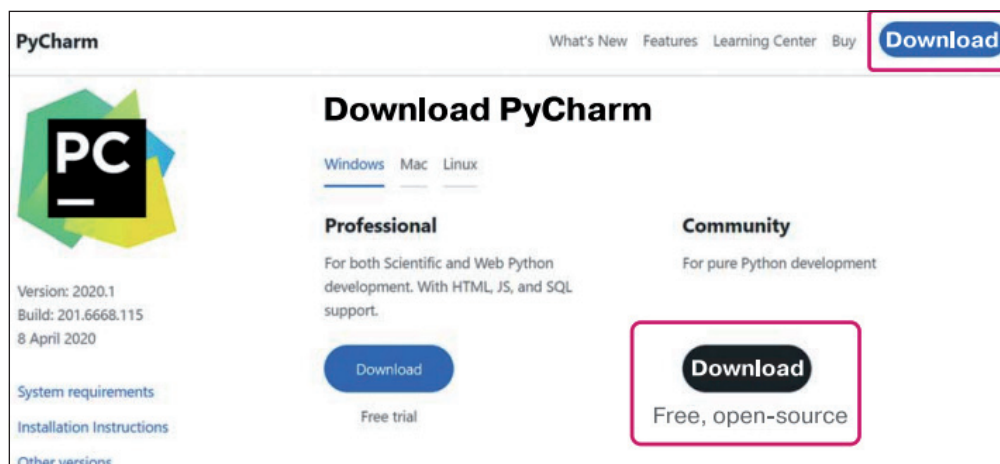


Рис. 10. Страница сайта <https://www.jetbrains.com/pycharm/>

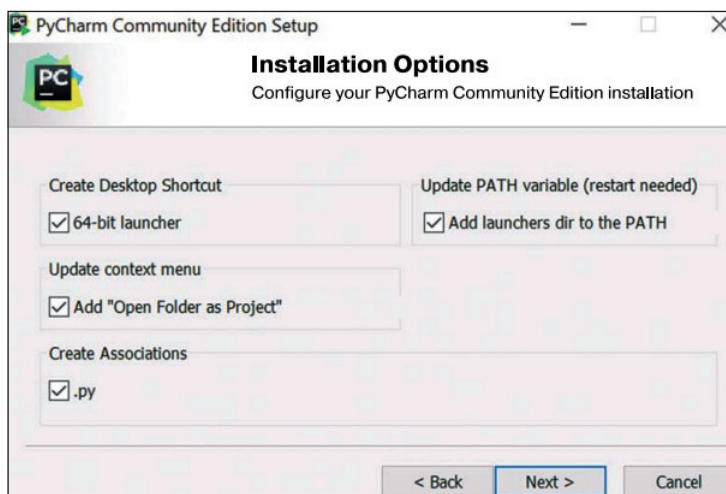


Рис. 11. Окно установщика PyCharm Community Edition

4. Модуль «Линейные алгоритмы. Программирование автономного полета на языке Python»

При изучении модуля «Линейные алгоритмы. Программирование автономного полета» предлагается следующая **структура занятия**:

- I. Организационный момент.
- II. Знакомство с основными понятиями. Алгоритм, свойства алгоритма, виды алгоритмов.
- III. Линейный алгоритм.
- IV. Реализация линейных алгоритмов для Tello.
- V. Выполнение заданий.
- VI. Рефлексия.

Ход занятия

I. Организационный момент

Приветствие, проверка наличия учащихся, их готовности к занятию, проверка оборудования, повторение пройденного материала.

II. Знакомство с основными понятиями. Алгоритм, свойства алгоритма, виды алгоритмов

Педагог знакомит обучающихся с понятием алгоритма, его видами и свойствами.

Алгоритм — описание последовательности шагов в решении задачи, приводящих от исходных данных к требуемому результату [2].

Свойства алгоритма:

- **дискретность** — путь решения задачи разделен на шаги;
- **определенность** — каждый шаг алгоритма строго определен и не допускает различных толкований; также строго должен быть определен порядок выполнения отдельных шагов.
- **понятность** — алгоритм состоит из команд, входящих в систему команд исполнителя;
- **результативность** — выполнение алгоритма приводит к ожидаемому результату;
- **массовость** — применимость алгоритма ко всем задачам рассматриваемого типа, при любых исходных данных (алгоритм может быть использован с разными исходными данными).

Виды алгоритмов представлены на рисунке 12.

III. Линейный алгоритм

Обучающиеся знакомятся с понятием линейного алгоритма.

Линейный алгоритм — это алгоритм, в котором действия выполняются только один раз и строго в том порядке, в котором они записаны [3].

IV. Реализация линейных алгоритмов для Tello

Знакомство с автономным полетом квадрокоптера начинается с простого линейного алгоритма. Параллельно обучающиеся повторяют последовательность действий по подключению библиотек и созданию объекта класса.

Педагог показывает программу, в результате выполнения которой квадрокоптер взлетает вверх, пролетает вперед 50 см, далее возвращается назад и приземляется:

```
from djitellopy import Tello
import time
fly = Tello()
fly.connect()
#команда на взлет
fly.takeoff()
#пауза между командами в 2 секунды. чтобы
команды успевали доходить до Tello
time.sleep(2)
#квадрокоптер летит вперед 50 см
fly.move_forward(50)
#пауза между командами в 2 секунды, чтобы
команды успевали доходить до Tello
time.sleep(2)
#квадрокоптер летит назад 50 см
fly.move_back(50)
#команда на приземление
fly.land()
#отключаем Tello от ноутбука
fly.end()
```

Далее обучающиеся знакомятся с основными командами, позволяющими управлять полетом Tello:

- fly.move_up() — перемещение вверх, в скобках указывается расстояние в см;
- fly.move_down() — перемещение вниз, в скобках указывается расстояние в см;
- fly.move_right() — перемещение вправо, в скобках указывается расстояние в см;
- fly.move_left() — перемещение влево, в скобках указывается расстояние в см;

1. Линейные алгоритмы (следование)



2. Разветвляющиеся алгоритмы (ветвление)



3. Циклические алгоритмы (повторение)



Рис. 12. Виды алгоритмов

- `fly.rotate_clockwise()` — поворот по часовой стрелке на заданный угол, в скобках указывается значение угла поворота в градусах;
- `fly.rotate_counter_clockwise()` — поворот против часовой стрелки на заданный угол, в скобках указывается значение угла поворота в градусах.

Учитель рассказывает о назначении каждой команды, о параметрах, которые необходимо передать квадрокоптеру.

V. Выполнение заданий

В качестве **заданий для самостоятельной работы** обучающимся на выбор могут быть предложены следующие задачи:

- пролет квадрокоптера по траектории: квадрата; прямоугольника; равностороннего треугольника — без команд поворота и с поворотом на заданный угол;
- траектория куб.

VI. Рефлексия

Обучающиеся фиксируют полученные знания, делятся результатами проделанной работы.

5. Заключение

По результатам проведения занятий по программированию БПЛА на языке Python в VI—VIII классах можно сделать вывод, что использование квадрокоптеров:

- дает возможность учащимся перейти от теоретической деятельности к практико-ориентирован-

ной, визуализировать полученные результаты, наглядно увидеть ошибки, допущенные при написании кода;

- повышает мотивацию и интерес обучающихся к занятиям и изучению программирования.

Список источников

1. Атлас новых профессий. <https://new.atlas100.ru/>
2. Босова Л. Л., Босова А. Ю. Информатика. 8 класс: учебник. ФГОС. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020. 176 с.
3. Жданова Т. А., Бузыкова Ю. С. Основы алгоритмизации и программирования: учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2011. 56 с.
4. Жилиндина О. В., Мокронос К. К. Программирование группы квадрокоптеров для автономного выполнения задач // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации. Сборник научных трудов XVI Международной научно-практической конференции (Курск, 18–19 марта 2021 года). Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 90–93. EDN: PTZGFX.
5. Образовательный программируемый конструктор квадрокоптер Tello EDU. Описание // Летательные беспилотные системы. https://lbs-aero.ru/tello_edu/
6. Яценков В. С. Твой первый квадрокоптер: теория и практика. СПб.: БХВ-Петербург, 2016. 256 с.
7. PYPL Popularity of Programming Language // PYPL Index. <https://pypl.github.io/PYPL.html>
8. Tello SDK 3.0 User Guide. <https://www.rsmanuals.com/58414/tello-sdk-30/page-3/>
9. TELLO. Руководство пользователя. <https://cornu.ru/manuals/gyz900.pdf>
10. TIOBE Index // TIOBE . <https://www.tiobe.com/tiobe-index>