



Детский технопарк «Кванториум»  
на базе муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения  
«Школа № 60/61 имени Героя Российской Федерации Д.О. Миронова»

Принята на заседании  
методического совета  
Протокол № 5 от  
«29» мая 2023 года

УТВЕРЖДАЮ  
Директор МБОУ «Школа № 60/61»  
\_\_\_\_\_ /М.А. Перепелкина/

Приказ № 293 от  
«08» июня 2023 года

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

### *Основы управления беспилотными летательными аппаратами*

Направленность	<i>Техническая</i>
Уровень программы	<i>Базовый</i>
Возраст обучающихся	<i>11 - 13 лет (6 - 7 класс)</i>
Срок реализации	<i>1 год</i>
Общее количество часов	<i>68 часов в год)</i>
Количество часов в неделю	<i>2 часа</i>
Педагог дополнительного образования	<i>Кузнецов Данила Романович</i>

## Пояснительная записка

В последние годы значительно возросла популярность малых беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) с дистанционным управлением или автономным управлением. Сегодня БПЛА используются в разных областях деятельности человека: для выполнения серьезных задач: фото- и видеосъемки, наблюдения и мониторинга различных объектов, процессов и явлений, в том числе наблюдение за труднодоступными объектами, аэрофото-съемки, доставки небольших грузов и др. Интенсивное внедрение квадрокоптеров в нашу повседневную жизнь требует, чтобы пользователи обладали знаниями в области управления, программирования, создания и обслуживания беспилотных летательных аппаратов, что будет способствовать быстрому развитию отрасли. Изучение БПЛА позволит обучающимся ознакомиться с современными технологиями, разовьет их коммуникативные способности, навыки взаимодействия, самостоятельность при принятии решений, раскроет их творческий потенциал.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» (далее – Программа) технической направленности базового уровня направлена на ознакомление обучающихся с физическими основами и современными возможностями беспилотных летательных аппаратов. Программа ориентирована на обучающихся, желающих изучить сферу применения беспилотных летательных аппаратов и получить практические навыки в пилотировании и настройке беспилотных летательных аппаратов.

**Новизна Программы** заключается в технологичном подходе к использованию в образовательном процессе конструктора, позволяющего обучающемуся освоить навыки конструирования, настройки, программирования и управления беспилотным летательным аппаратом.

**Актуальность Программы** определена тем, что она реализует потребности обучающихся в техническом творчестве, развивает инженерное мышление, соответствует социальному заказу общества в подготовке технически грамотных специалистов.

**Педагогическая целесообразность Программы** заключается в том, что она позволяет сформировать у обучающихся целостную систему знаний, умений и навыков, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем, освоить управление БПЛА.

**Цель Программы** – приобщение обучающихся к научно-техническому творчеству посредством ознакомления их с принципами действия и основами управления беспилотными летательными аппаратами.

### **Задачи Программы:**

#### Обучающие:

- формировать представления о конструкциях, механизмах, используемых в БПЛА, их назначении, перспективах развития;
- формировать знания в области моделирования и конструирования БПЛА;
- формировать знания основ теории полета, практических навыков дистанционного управления БПЛА;
- обучать навыкам пилотирования БПЛА;
- формировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

#### Развивающие:

- развивать инженерное мышление, навыки конструирования и пилотирования БПЛА;

- развивать мыслительные, творческие, коммуникативные способности;
- развивать творческую инициативу и самостоятельность;
- развивать интеллектуальные и практические умения, самостоятельно приобретать и применять на практике полученные знания.

#### Воспитательные:

- воспитывать умение работать в команде, эффективно распределять обязанности;
- воспитывать творческое отношение к выполняемой работе;
- формировать потребность в творческой деятельности, стремление к самовыражению через техническое творчество.

**Отличительной особенностью Программы** является ее направленность на развитие обучающихся в проектной деятельности современными методиками с помощью современных технологий и оборудования, на базе школьного детского технопарка «Кванториум». В основе Программы – проектная деятельность в команде. В процессе изучения окружающего мира, обучающиеся получают дополнительное образование в области технологии, информатики, математики, физики, черчения, естественных наук.

#### **Категория обучающихся**

Обучение по Программе ведется в разновозрастных группах, которые комплектуются из обучающихся 11 – 13 лет (6 – 7 класс). Рекомендуемое количество обучающихся в группе – 8 человек, но не менее 5 человек.

#### **Сроки реализации**

Уровень программы базовый, рассчитана на год. Общее количество часов в год составляет 68 часов.

#### **Формы и режим занятий**

Программа реализуется 1 раз в неделю по 2 академических часа (40 минут), между занятиями 10 минутный перерыв. Программа включает в себя теоретические и практические занятия. Форма обучения – очная, реализация Программы возможна через дистанционное обучение с использованием видеоуроков и симулятора полетов.

Форма организации занятий – групповая, форма проведения занятий:

- на этапе изучения нового материала - лекция, объяснение, рассказ, демонстрация;
- на этапе закрепления изученного материала - беседа, дискуссия, практическая работа, дидактическая или педагогическая игра;
- на этапе повторения изученного материала - наблюдение, устный контроль (опрос, игра), творческое задание;
- на этапе проверки полученных знаний - выполнение дополнительных заданий, публичное выступление с демонстрацией результатов работы над вводным образовательным модулем.

Образовательная Программа предполагает возможность организации и проведения с обучающимися культурно-массовых мероприятий, в том числе конкурсы, марафоны, конференции и т.д., а также их участием в конкурсных мероприятиях, как форма аттестации по курсу.

Курс является модульным. После освоения каждого модуля обучающийся переводится на следующий уровень в случае освоения им программы (учитываются результаты рейтинга и конкурса проектов).

## **Планируемые результаты освоения Программы**

### Предметные результаты:

- приобретение знаний о роли и месте БПЛА в жизни современного общества, историю и перспективы их развития; основных понятий и технических терминов БПЛА; основных компонентах и принципах работы БПЛА; технике безопасности и правилах пилотирования БПЛА;
- овладение основными приемами сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных аппаратов;
- знание методики проверки работоспособности отдельных узлов и деталей, порядок поиска неисправностей в квадрокоптерах;
- приобретение основных навыков управления квадрокоптером.

### Метапредметные результаты:

- сформированность у обучающихся самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
- сформированность у обучающихся технического мышления и творческого подхода к работе;
- развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности у обучающихся;
- развитые ассоциативные возможности мышления у обучающихся.

### Личностные результаты:

- сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;
- развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;
- сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

## **Формы подведения итогов реализации программы**

В процессе обучения проводятся разные виды контроля над результативностью усвоения программного материала.

- Входной (предварительный) контроль - проверка соответствия качеств начального состояния обучаемого перед его обучением.
- Первичная диагностика – определение образовательных ожиданий ребёнка, его отношений и образовательных потребностей (проводится после изучения первого модуля программы).
- Текущий контроль – проводится на занятиях в виде наблюдения за успехами каждого учащегося. На каждом занятии обучающийся получает определенный балл в «пилотную

книжку» оценки качества работы «Юного пилота». В пилотной книжке учитывается присутствие ученика на занятии 1 балл, отсутствие – 0 баллов. Каждое пропущенное занятие подряд без уважительной причины -3 балла. На занятиях так же учитывается время, эффективность, правильность выполнения работы, за грамотное представление своего проекта, за тесты, опросы, искусство пилотирования, выполнение практических полетов и т.д. Баллы могут сниматься за дисциплину на занятиях, за несоблюдение техники безопасности и правил поведения и т.д. Обучающиеся с низким рейтингом могут быть отчислены из группы.

– Тематически контроль – проверка результатов обучения после прохождения модуля. Проходит в виде тестового контроля, защиты проекта, выставки работ и т.д.

– Итоговый контроль - проверка результатов обучения после завершения образовательной программы, в конце учебного года. Проходит в виде соревнования на проверку навыков управления роботов, на программирование роботов.

По итогам прохождения всех модулей, лучшие обучающиеся будут награждаться грамотами за успехи, достигнутые в процессе обучения.

Итоговое занятие проходит в соревнованиях, турнирах с участием обучающихся других групп по данной программе.

#### Учебный план

№ п/п	Наименование модуля	Количество часов			Форма аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Общие представления о БПЛА и искусство пилотирования дронов	21	8	13	Зачет/практика управления БПЛА
2	Сборка и настройка квадрокоптера	13	1	12	Модель квадрокоптера
3	Визуальное пилотирование квадрокоптера	7	1,5	5,5	Зачет/практика управления БПЛА
4	Пилотирование от первого лица (режим FPV)	7	1	6	Зачет/практика управления БПЛА
5	Программирование беспилотных летательных аппаратов	18	-	18	Зачет/практика управления БПЛА
6	Итоговое занятие Соревнование «Дрон – рейсинг»	2	-	2	Соревнование
	<b>Итого</b>	<b>68</b>	<b>11,5</b>	<b>56,5</b>	

#### Содержание учебного плана

##### **Общие представления о БПЛА и искусство управления БПЛА**

Теория: Инструктаж по технике безопасности и правила поведения в школьном технопарке. Введение в историю БПЛА. Знакомство. Принципы проектирования и строение квадрокоптеров. Типы БПЛА. Схема расположения пропеллеров и направление вращения моторов. Полетный контроллер для квадрокоптера. Теория воздушного винта. Контроллеры двигателей. Контроллеры двигателей. Бесколлекторные моторы. Все об аккумуляторах. Теория FPV-пилотирования

##### Практические упражнения пилотирования DJI TELLO:

*Выполнение простых фигур пилотажа.*

- Взлет, полет по прямой, зависание в воздухе, посадка.

- Полёты вперед-назад и влево-вправо (кормовой частью дрона к себе)
- Полёт по кругу (кормой к себе)
- Поворот вокруг вертикальной оси (висение боком к себе)
- Полёты вперед-назад и влево-вправо (боком к себе)
- Полёт по линии с разворотами в крайних положениях (боком к себе)
- Поворот вокруг вертикальной оси (висение носом к себе)
- Полёт по кругу (носом к вперёд)

*Выполнение сложных фигур пилотажа.*

- Пилотирование в FPV

## **Сборка и настройка квадрокоптера (набор для сборки квадрокоптера с рамой f450 super kit 1)**

*Работа с LiPo аккумуляторами*

*Теория:* Сборка корпуса квадрокоптера. Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей, аккумулятора, полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Установка пропеллеров.

*Практика:* Настройка функций удержания высоты и курса. Подключение пульта управления к приемнику. Настройка пульта управления через сенсорную панель.

*Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету*

*Теория:* знакомство с инструкцией «Безопасность полетов для квадрокоптера».

*Практика:* полная проверка всех систем квадрокоптера перед стартом; проверка крепления всех узлов и конструкций на квадрокоптере и к его корпусу: винты, подвес, шасси; проверка уровня заряда полетного аккумулятора и аккумуляторов/батарей в пульте управления; проверка закрепленности аккумулятора в гнезде; проверка работы failsafe режима и режима автовозврата не отлетая далеко от точки взлета.

*Сборка квадрокоптера. Установка и настройка полетного контроллера*

*Теория:* Инструкция по сборке и настройке. Требования по технике безопасности. Электрические подключения. Комплектация конструктора, программируемого квадрокоптера.

*Практика:* установка контроллера.

## **Визуальное пилотирование квадрокоптера**

*Теория ручного визуального пилотирования. Техника безопасности*

*Теория:* знание законов и местных правил, которые регулируют все вопросы, связанные с владением и управлением дронами.

*Практика:* самостоятельное пилотирование.

*Процедуры проверки готовности. Пилотирование БПЛА визуально*

*Теория:* Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульту управления.

*Практика:* Взлет на малую высоту. Зависание. Удержание заданной высоты в ручном режиме. Полет на малой высоте по траектории. Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ полетов ошибок пилотирования. Полет с использованием функций удержания высоты и курса.

*Выполнение простейших полетных процедур. Посадка*

Теория: Основные настройки: режим полета, максимальная скорость дрона, режимы съемки. Правило третей. Траектории движения. Плавное перемещение объектива. Пролет вскользь. Пролет с подъёмом камеры. Облет. Следование за объектом. Спираль.

Практика: отработка посадки

### **Пилотирование от первого лица (режим FPV)**

Теория FPV полётов. Оборудование передачи видео и OSD

Теория: основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. Установка, подключение и настройка видеоборудования на мультироторные системы.

Практика: пилотирование с использованием FPV- оборудования.

Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту

Теория: инструктаж перед учебными полётами.

Практика: Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлет - посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Разбор аварийных ситуаций.

### **Программирование беспилотных летательных аппаратов**

Теория: Основы программирования. Основные алгоритмические конструкции. Команды языка программирования.

Практические упражнения пилотирования:

- Программирование взлета и посадки беспилотного летательного аппарата.
- Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции»
- Выполнение группового полета вручную
- Выполнение позиционирования по меткам
- Программирование группового полета
- Программирование роевого взаимодействия

### Календарно-тематическое планирование

№ п/п	Кол-во часов	Тема занятия	Форма занятия	Форма контроля
<b>Общие представления о беспилотных летательных аппаратах и искусство пилотирования дронов (21 час)</b>				
1.	1	Введение в историю и типы БПЛА. Знакомство с квадрокоптером	Теория, практика	Опрос, беседа
2.	1	Основные базовые элементы квадрокоптера. Теория управления БПЛА	Теория	Опрос
3.	1	Пилотирование беспилотных авиационных систем в симуляторе	Практика	Опрос
4.	1	Тестовые полеты в симуляторе	Практика	Опрос
5.	1	Правила эксплуатации квадрокоптера. Первое подключение и настройка квадрокоптера.	Теория, практика	Защита работы
6.	1	Предполетная подготовка коптера в помещении	Теория	Опрос
7.	1	Обновление модуля связи и бортовой прошивки, калибровка датчиков.	Практика	Защита работы
8.	1	Схема расположения пропеллеров и направление вращения моторов	Теория	Опрос, беседа
9.	1	Практические упражнения пилотирования	Практика	Соревнование
10.	1	Полетный контроллер для квадрокоптера.	Теория	Опрос
11.	1	Практические упражнения пилотирования	Практика	Соревнование
12.	1	Теория воздушного винта.	Теория	Опрос



13.	1	Практические упражнения пилотирования	Практика	Соревнование
14.	1	Контроллеры двигателей.	Теория	Беседа
15.	1	Практические упражнения пилотирования	Практика	Соревнование
16.	1	Бесколлекторные моторы.	Теория	Беседа
17.	1	Практические упражнения пилотирования	Практика	Соревнование
18.	1	Все об аккумуляторах.	Теория	Беседа
19.	1	Практические упражнения пилотирования	Практика	Соревнование
20.	1	Теория FPV-пилотирования	Теория	Беседа
21.	1	Практические упражнения пилотирования	Практика	Соревнование
<b>Сборка и настройка квадрокоптера (13 часов)</b>				
22.	1	Сборка корпуса квадрокоптера. Установка и подключение полетного контроллера.	Теория, практика	Опрос, беседа
23.	1	Подключение бесколлекторных двигателей, аккумулятора, полетного контроллера к компьютеру.	Теория, практика	Опрос, беседа
24.	1	Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Установка пропеллеров.	Теория, практика	Опрос, беседа
25.	2	Настройка функций удержания высоты и курса. Подключение пульта управления к приемнику. Настройка пульта управления через сенсорную панель.	Теория, практика	Опрос, беседа
26.	1	Техника безопасности при сборке и настройке дронов, при подготовке к вылету	Теория, практика	Опрос, беседа
27.	1	Полная проверка всех систем квадрокоптера перед стартом	Теория, практика	Опрос, беседа

28.	4	Сборка квадрокоптера. Установка и настройка полетного контроллера	Теория, практика	Опрос, беседа
29.	2	Электрические подключения. Комплектация конструктора, программируемого квадрокоптера	Теория, практика	Опрос, беседа
<b>Визуальное пилотирование квадрокоптера (7 часов)</b>				
30.	1	Теория ручного визуального пилотирования. Знание законов и местных правил, которые регулируют все вопросы, связанные с владением и управлением дронами.	Теория, практика	Опрос, беседа
31.	1	Процедуры проверки готовности. Пилотирование БПЛА визуально	Теория, практика	Опрос, беседа
32.	1	Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульту управления.	Теория, практика	Опрос, беседа
33.	4	Практика пилотирования квадрокоптера. Выполнение простейших полетных процедур.	Практика	Практика управления БПЛА
<b>Пилотирование от первого лица (режим FPV) (7 часов)</b>				
34.	1	Теория FPV полётов. Оборудование передачи видео и OSD	Теория, практика	Опрос, беседа
35.	1	Пилотирование с использованием FPV-оборудования	Теория, практика	Опрос, беседа
36.	1	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту	Практика	Практика управления БПЛА
37.	4	Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий	Практика	Практика управления БПЛА
<b>Программирование беспилотных летательных аппаратов (18 часов)</b>				
38.	1	Программирование взлета и посадки беспилотного летательного аппарата	Практика	Практика управления БПЛА
39.	1	Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции»	Практика	Практика управления БПЛА
40.	1	Выполнение группового полета вручную	Практика	Практика управления БПЛА

41.	1	Выполнение позиционирования по меткам	Практика	Практика управления БПЛА
42.	1	Программирование группового полета	Практика	Практика управления БПЛА
43.	1	Программирование роевого взаимодействия	Практика	Практика управления БПЛА
44.	12	Практические упражнения пилотирования	Практика	Практика управления БПЛА
<b>Итоговое занятие (2 часа)</b>				
45.	1	Соревнование «Дрон-рейсинг»	Практика	Соревнование
46.	1	Итоговое занятие, вручение сертификатов «Юный пилот»	-	-

## Ресурсное обеспечение Программы

### Материально-техническое обеспечение:

- ноутбуки с установленным необходимым программным;
- интерактивная панель;
- квадрокоптеры EDU.ARD мини 2;
- квадрокоптеры DJI Tello;
- набор для сборки квадрокоптера с рамой f450 super kit 1.

### Учебно-методическое обеспечение:

- Учебные материалы по квадрокоптерам;
- Официальный сайт DJI с учебными материалами;
- Перепелицин А.В., Беляев А.Б. Методические указания по курсу «Проектирование и сборка беспилотного летательного аппарата» программы дополнительного образования детей научно-технической направленности: Учебно-методическое издание – М.: МАТИ, ЦТПО, 2014. – 20 с.
- Нечаев Р.А. Методические указания по курсу «Предполётная подготовка мультиротора и его эксплуатация» программы дополнительного образования детей научно-технической направленности: Учебно-методическое издание – М.: МАТИ, ЦТПО, 2014. – 21 с.
- Лямин А.Н., Самарцева А.П. Методические указания по курсу «Беспилотные мультироторные системы» программы дополнительного образования детей научно-технической направленности: Учебно-методическое издание – М.: МАТИ, ЦТПО, 2014. – 35 с.
- Шведов А.В. Методические указания по курсу «ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОПТЕРА» программы дополнительного образования детей научно-технической направленности: Учебно-методическое издание – М.: МАТИ, ЦТПО, 2014. – 25с.
- Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета [Электронный ресурс] / Ю.С. Белинская // Молодежный научнотехнический вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – № 4. – Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>.
- Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером [Электронный ресурс] / А. Е. Гурьянов // Инженерный вестник. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – № 8. – Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>.
- Канатников А.Н. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости [Электронный ресурс] / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев // Наука и образование. – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – № 3. – Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>.
- Корнилов В. А. Система управления мультикоптером / В.А. Корнилов, Д.С. Молодяков, Ю.А. Синявская. // Электронный журнал «Труды МАИ». - 2015. - № 62. - С. 1-8. Источники: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=903210> © Библиофонд
- Лямин А.Н., Нечаев Р.А., Шведов А.В., Перепелицин А.В., Самарцева А.П., Беляев А.Б. Методические указания к мульти-видео курсу «Мультироторный беспилотник своими

руками» проекта «Универсариум» дополнительного образования детей научно-технической направленности: Учебно-методическое издание – М.: МАТИ, ЦТПО, 2014, 4 части, 101 с.

– Савенков А.И. Путь в неизведанное: Как развивать свои исследовательские способности. Учебник-тетрадь для учащихся средней школы. – М.: Генезис, 2005.

– Сборник докладов и статей по материалам II научно-практической конференции «Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами» / Коломна: 924 ГЦ БпА МО РФ, 2017. – 337 с.

– Утёмов В. В., Зиновкина М. М., Горев П. М. Педагогика креативности: прикладной курс научного творчества: образовательное пособие. – Киров: АНОО «Межрегиональный ЦИТО», 2013

– Ю.Б.Рубцов, Б.Н.Слюсарь, "Введение в авиационную технику и технологию", Конспект лекций, 2004