

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Министерство образования Рязанской области**  
**Муниципальное образование - городской округ город Скопин Рязанской области**  
**МБОУ "СОШ №2 имени И. М. Еганова" г. Скопина**

УТВЕРЖДЕНО

И. о. директора

Мишакова В. А.  
Приказ № 227 от «2» 09  
2024 г.

**Основы управления беспилотными авиационными системами**

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

<b>Направленность:</b>	<i>Техническая</i>
<b>Уровни программы:</b>	<i>Продвинутый</i>
<b>Возраст обучающихся:</b>	<i>13-16 лет</i>
<b>Срок реализации:</b>	<i>2 года</i>
<b>Общее количество часов:</b>	<i>144 часа</i>
<b>Количество часов в неделю:</b>	<i>2 часа</i>
<b>Составители:</b>	

**Скопин 2024**

## Пояснительная записка

В последние годы значительно возросла популярность малых беспилотных летательных аппаратов (далее – БАС) с дистанционным управлением или автономным управлением. Сегодня БАС 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, аэрофотосъемки, 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 БАС 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 БАС.

**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 БАС, их назначении, перспективах развития;
- формировать знания в области моделирования и конструирования БАС;
- формировать знания основ теории полета, практических навыков дистанционного управления БАС;
- обучать навыкам пилотирования БАС;
- формировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

#### Развивающие:

- развивать инженерное мышление, навыки конструирования и пилотирования БАС;
- 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 МБОУ «СОШ №2 имени И. М. Еганова» г. Скопина. 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 13-16 лет. Рекомендуемое количество обучающихся в группе – 12 человек, но не менее 5 человек.

### **Сроки реализации**

Программа рассчитана на 2 года. Общее количество часов в год составляет 72 часа.

### **Формы и режим занятий**

Программа реализуется 1 раз в неделю по 2 академических часа (45 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 БАС в жизни современного общества, историю и перспективы их развития; основных понятий и технических терминов БАС; основных компонентах и принципах работы БАС; технике безопасности и правилах пилотирования БАС;
- 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 роботом, 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 2 уровня

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов			Форма аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Сборка, прошивка, калибровка беспилотного летательного аппарата	26	11	15	Зачет/практика управления БАС
2	Управление беспилотных летательных аппаратов в симуляторах	16	-	16	Зачет/практика управления БАС
3	Искусство пилотирования дронов FPV и удалённо	11	4	7	Зачет/практика управления БАС
4	Программирование беспилотных летательных аппаратов (продвинутое)	16	6	6	Зачет/готовые программы
5	Соревнование «Дрон – рейсинг»	1	-	1	Соревнование
6	Участие в соревнованиях, конкурсах, олимпиадах	4	-	4	Результаты участия
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>14</b>	<b>58</b>	

## Содержание учебного плана 2 уровня

### Раздел 1. Сборка, прошивка, калибровка беспилотного летательного аппарата

**Теория:** Инструктаж по технике безопасности и правила поведения в школьном технопарке. Повторение устройства БАС. Принципы проектирования и строение квадрокоптеров. Сборка корпуса. Сборка моторов. Основы пайки. Пайка кабелей к главному контроллеру. Прошивка главного контроллера на языке Arduino. Подключение БАС к контроллеру управления. Основные моменты управления через контроллер управления. Калибровка беспилотного летательного аппарата. Тестовые полёты.

**Практические упражнения:**

Упражнение 1. Сборка корпуса БАС

Упражнение 2. Сборка моторов БАС

Упражнение 3. Пайка

Упражнение 4. Прошивка главного контроллера на языке Arduino

Упражнение 5. Подключение БАС к контроллеру управления

Упражнение 6. Калибровка беспилотного летательного аппарата

Упражнение 7. Тестовые полёты, исправление недочётов

### Раздел 2. Управление беспилотных летательных аппаратов в симуляторах

**Теория:** Подготовка к соревнованиям в симуляторах. Внутренние соревнования на симуляторах на время.

**Практические упражнения пилотирования:**

*Выполнение базовых фигур пилотажа.*

Упражнение 1. Взлет, полет по прямой, зависание в воздухе, посадка.

Упражнение 2. Полёты вперед-назад и влево-вправо (кормовой частью дрона к себе)

Упражнение 3. Полёт по кругу (кормой к себе)

Упражнение 4. Поворот вокруг вертикальной оси (висение боком к себе)

Упражнение 5. Полёты вперед-назад и влево-вправо (боком к себе)

Упражнение 6. Полёт по линии с разворотами в крайних положениях (боком к себе)

Упражнение 7. Поворот вокруг вертикальной оси (висение носом к себе)

Упражнение 8. Полёт по кругу (носом к вперёд)

*Выполнение сложных фигур пилотажа*

Упражнение 9. Полёты по кругу на время

Упражнение 10. Полёты в ограниченном пространстве через препятствия на время

Упражнение 11. Полёты по кругу, пролетая через препятствия на время.

Упражнение 12. FPV пилотирование

### Раздел 3. Искусство пилотирования дронов FPV и удалённо

**Теория:** Повторение основ управления реального беспилотного летательного аппарата. Выполнение базовых упражнений. Пилотирование в ограниченном пространстве. Пилотирование через препятствия на время. FPV пилотирование.

*Выполнение базовых фигур пилотажа.*

Упражнение 1. Взлет, полет по прямой, зависание в воздухе, посадка.

- Упражнение 2. Полёты вперед-назад и влево-вправо (кормовой частью дрона к себе)
- Упражнение 3. Полёт по кругу (кормой к себе)
- Упражнение 4. Поворот вокруг вертикальной оси (висение боком к себе)
- Упражнение 5. Полёты вперед-назад и влево-вправо (боком к себе)
- Упражнение 6. Полёт по линии с разворотами в крайних положениях (боком к себе)
- Упражнение 7. Поворот вокруг вертикальной оси (висение носом к себе)
- Упражнение 8. Полёт по кругу (носом к вперёд)

*Выполнение сложных фигур пилотажа*

- Упражнение 9. Полёты по кругу на время
- Упражнение 10. Полёты в ограниченном пространстве через препятствия на время
- Упражнение 11. Полёты по кругу, пролетая через препятствия на время.
- Упражнение 12. FPV пилотирование

**Раздел 4. Программирование беспилотных летательных аппаратов**

Основы программирования. Основные алгоритмические конструкции. Команды языка программирования.

Практические упражнения пилотирования:

- Упражнение 1. Программирование взлета и посадки беспилотного летательного аппарата.
- Упражнение 2. Выполнение команд «разворот», «изменение высоты», «изменение позиции»
- Упражнение 3. Выполнение группового полета вручную
- Упражнение 4. Выполнение позиционирования по меткам
- Упражнение 5. Программирование группового полета
- Упражнение 6. Программирование роевого взаимодействия

**Календарно-тематическое планирование 2 уровня**

№ п/п	Кол-во часов	Тема занятия	Форма занятия	Форма контроля
<b>Сборка, прошивка, калибровка и ремонт беспилотного летательного аппарата</b>				
1.	2	Инструктаж по технике безопасности и правила поведения. Повторение устройства БАС.	Теория	Опрос, беседа
2.	2	Принципы проектирования и строение квадрокоптеров.	Теория	Опрос
3.	4	Основы пайки. Базовое обучение работы с паяльником. Пайка БАС.	Практика	Опрос, беседа
4.	4	Сборка корпуса квадрокоптера. Подключение двигателей. Проверка направления вращения.	Теория, практика	Тестирование: сборка БАС  Практическое задание: Собрать квадрокоптер из готовых комплектующих, следуя инструкциям

				и демонстрируя понимание структуры и принципов работы дрона.
5.	2	Подключение пульта управления к приемнику. Подключение одного пульта управления к нескольким квадрокоптерам одновременно.	Теория, практика	Опрос, беседа
6.	4	Практическое занятие по ремонту дронов	Теория, практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, в чем заключается практикум по ремонту дронов  Практическое задание: Провести практикум по ремонту дронов, демонстрируя умение определять и устранять типичные неисправности.
<b>Управление беспилотных летательных аппаратов в симуляторах</b>				
7.	4	Виртуальный симулятор. Основы работы в программе. Управление квадрокоптером в виртуальном симуляторе.	Практика	Соревнование
8.	4	Практика полетов БАС спортивного типа. Квалификационные вылеты в полетном симуляторе.	Практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том какие навыки особенно важны для успешного прохождения квалификационных испытаний  Практическое задание: Выполнить квалификационные вылеты в полетном симуляторе, демонстрируя контроль над квадрокоптером и умение выполнять базовые маневры.

9.	4	Создание собственной карты с эмуляцией погодных условий: выбор мультироторного БАС и прохождение трассы	Теория, Практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания об эмуляции погодных условий в симуляторе и какие виды погоды можно эмулировать  Практическое задание: Создать собственную карту с эмуляцией погодных условий, выбрать мультироторный БАС и успешно пройти трассу.
<b>Искусство пилотирования дронов FPV и удалённо</b>				
10.	2	Подключение FPV-камеры	Теория, практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие действия необходимо предпринять для успешного подключения FPV-камеры к квадрокоптеру  Практическое задание: Подключить FPV-камеру к квадрокоптеру
11.	2	Подключение контроллера полета, GPS-модуля и приемника радиуправления	Теория, практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, какие этапы включает в себя процесс подключения контроллера полета, GPS-модуля и приемника радиуправления  Практическое задание: Подключить контроллер полета, прошить его,

				подключить GPS-модуль и приемник радиуправления.
12.	3	Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления.	Теория, практика	Опрос
13.	3	Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Чеклисты.	Теория	Опрос
14.	2	Изучение основных упражнений (Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-назад, влево-вправо. Посадка.)	Теория, практика	Демонстрация
15.	2	Полет в режиме "СТАБ"	Теория, практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, чем отличается режим полета "СТАБ" от других режимов  Практическое задание: продемонстрировать умение летать в режиме "СТАБ" без потери контроля над дроном
16.	2	Полет в режиме "LEVEL"	Теория, практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, что означает "LEVEL" режим и как он отличается от других режимов полета  Практическое задание: Выполнить полет в режиме "LEVEL", демонстрируя стабильное управление и удержание высоты
17.	2	Полет в режиме «ACRO»	Теория, практика	Устный опрос: учащиеся должны продемонстрировать знания о том, в чем заключается

				особенность полета в режиме "ACRO"  Практическое задание: Продемонстрировать навыки полета в режиме "ACRO", включая выполнение фигур и маневров с высокой точностью.
18.	1	Закрепление материала	Теория, практика	Опрос, беседа
<b>Программирование беспилотных летательных аппаратов (продвинутое)</b>				
19.	2	Интерфейс программной среды TRIK Studio.	Теория, практика	Беседа, опрос
20.	2	Интерфейс программной среды TRIK Studio. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ).	Теория, практика	Беседа, опрос
21.	2	Интерфейс программной среды TRIK Studio. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ). Компиляция.	Теория, практика	Беседа, опрос
22.	2	Скриптовый язык программирования Lua. Синтаксис. Создание программы на языке Lua.	Теория, практика	Беседа, опрос
23.	2	Создание программы «Движение по квадрату».	Теория, практика	Готовая программа
24.	2	Создание программы «Полет по траектории».	Теория, практика	Готовая программа
25.	2	Теоретические основы системы позиционирования. Монтаж ультразвуковых датчиков. Радиомодуль.	Теория, практика	Беседа, опрос
26.	2	Первый запуск автономной программы. Знакомство с LPS. Полет с граничными условиями.	Теория, практика	Демонстрация
27.	1	Итоговое занятие, вручение сертификатов	-	-
28.	4	Участие в соревнованиях, олимпиадах, турнирах	-	

## **Ресурсное обеспечение Программы**

### **Условия набора и формирования групп**

Срок реализации программы — 2 года. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 2 учебных часа (72 часа в год). Группа формируется до 15 человек без предварительного отбора.

### **Кадровое и материально-техническое обеспечение программы**

Реализацию данной программы осуществляет педагог дополнительного образования, имеющий высшее образование по профилю электротехники и информатики.

Для занятий подходит компьютерный класс, удовлетворяющий санитарно-техническим нормам, оснащенный доской, проектором, экраном, выходом в Интернет и индивидуальными рабочими местами, отвечающими требованиям для данного возраста обучающихся.

#### **Список оборудования:**

- компьютеры —
- 3D-принтер, расходные материалы (PLA-пластик, ABS-пластик);
- квадрокоптер «Пионер Базовый», 12 шт., «Пионер FPV», 12 шт.,
- аккумуляторная батарея.;

#### **Программное обеспечение:**

- программное обеспечение для 3D-принтера;
- программное обеспечение для моделирования 3D-объектов;
- программное обеспечение для программирования TRIK studio, Geoscan Pioneer Station.

## Литература:

- Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн. 2014 №8. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>
- Применение сквозных технологий для рынка аэронет. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://skvot.2035.university/aeronet>
- Дрон своими руками. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://dronomania.ru/faq/dron-svoimi-rukami-urok-1-terminologiya.html>
- Точки построения маршрута и их описание. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://vk.com/doc-73909783\\_437542382](https://vk.com/doc-73909783_437542382)
- Основные элементы винтомоторной группы БАС. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://docs.geoscan.aero/ru/master/database/const-module/vmg/aero-vmg.html>
- Компас-3D. Обучающие материалы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://kompas.ru/publications/video>
- Сборка гоночного квадрокоптера своими руками. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://clck.ru/34i5bq>
- С камерой в облака. Часть 1. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://habr.com/post/196884/>
- Теория FPV-пилотирования. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://docs.geoscan.ru/pioneer/database/pilot-module/pilot-3part.html>
- Программирование. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://docs.geoscan.ru/pioneer/programming/programming.html>
- 3D-печать для всех и каждого. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://stepik.org/course/114650/info>
- Основные элементы винтомоторной группы БАС. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://docs.geoscan.aero/ru/master/database/const-module/vmg/aero-vmg.html>