

Министерство Просвещения Российской Федерации  
муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
``Любинская средняя общеобразовательная школа №3``  
Любинского муниципального района Омской области

РАССМОТРЕНО

на педагогическом совете  
Протокол № 1  
от 28.08.2024

СОГЛАСОВАНО

заместитель директора по  
УВР  
Модина Наталья  
Алексеевна

УТВЕРЖДЕНО

директор  
"Любинская СОШ № 3"  
Снегирев  
Анатольевич

МБОУ  
Сергей

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Управление БПЛА»  
(базовый уровень)

Направленность: техническая

Возраст обучающихся: 12-17 лет

Срок реализации программы: 2 года (70 часов)

Составитель: Орлова Ю.А.  
Педагог дополнительного образования

**Рп.Любинский**  
**2024-2025**

## I. Пояснительная записка

Направленность программы - техническая. Обучение по данной программе направлено на приобретение учащимися знаний и привлечение их к освоению развивающихся технологий конструирования и применения БПЛА.

*Направленность:* техническая

*Новизна, актуальность, педагогическая целесообразность:*

Данная программа составлена с учётом современных потребностей рынка в специалистах в области операторов БПЛА.

Уникальность программы обусловлена использованием широкого спектра оборудования для приобретения практических навыков работы с беспилотными летательными аппаратами, которые на протяжении ряда последних лет, находят все большее применение в различных сферах деятельности человека, от сельского хозяйства до военного применения, и становятся важным компонентом единой информационнокоммуникационной среды.

Геопространственные технологии - то, что дает беспилотникам возможность быть автономными. Без возможности следовать по Global Positioning System (GPS) полетному заданию беспилотник - просто модный радиоуправляемый летательный аппарат.

Новизна программы состоит в том, что она учитывает новые технологические уклады, развивающие различные способы мышления, и тесного взаимодействия при постоянном повышении уровня междисциплинарности проектов.

*Цель и задачи дополнительной образовательной программы:*

*Цель:* формирование знаний и навыков в области конструирования и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

*Задачи*

*Образовательные задачи:*

- заинтересовать обучающихся инновационностью и перспективностью БПЛА и содействовать им в профессиональном самоопределении.
- формирование обучающимися представления о физических процессах и технических решениях, которые лежат в основе конструирования БПЛА
- познакомить с возможностями применения БПЛА как в повседневной жизни, так и в профессиональных сферах.

*Развивающие задачи:*

- Способствовать развитию интереса к технике, конструированию, высоким технологиям;
- Способствовать развитию конструкторских, инженерных и вычислительных навыков;
- Стимулировать мотивацию учащихся к получению знаний, помогать формировать творческую личность ребенка;
- Развивать мелкую моторику; *Воспитательная задача*
- Формировать умения достаточно самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования моделей.

Формы и методы обучения определены возрастом учащихся.

Теоретическая работа чередуется с практической.

В связи с этим рациональным является разделение обучения по данной программе на следующие этапы:

1. Освоение первичных навыков коптеростроения: принципы работы мультироторных систем, базовые компоненты БПЛА, настройка, первичные навыки пилотирования. Решение учебных кейсов под различные задачи.
2. Получение навыков пилотирования и применения данных, полученных при помощи БПЛА: пилотирование в ручном режиме, линейный полет (маршрутный),

Контингент: учащиеся 7-11 классов.

Временной ресурс: 70 часов.

Режим занятий: 1 раз в неделю по 1 академическому часу.

Формы проведения занятий: лекции, игры, практические занятия, соревнования. Используются такие педагогические технологии как обучение в малых группах сотрудничества, индивидуализация обучения, дискуссии, мозговые атаки, круглые столы, проектные методы обучения, технологии использования в обучении игровых методов, информационно-коммуникационные технологии, ситуационный анализ, рефлексия. Занятия могут проводиться как в очной форме обучения, так и в заочной с применением дистанционных форм обучения

Использование метода проектов позволяет обеспечить условия для развития у ребят навыков самостоятельной постановки задач и выбора оптимального варианта их решения, самостоятельного достижения цели, анализа полученных результатов с точки зрения решения поставленной задачи.

Группа формируется из 10 человек. На практических занятиях ведется работа по подгруппам по 3-4 человека (по количеству квадрокоптеров).

### *Планируемые результаты*

*Учащиеся научатся:*

1. дистанционному управлению беспилотным летательным аппаратом.
2. приемам сборки, эксплуатации беспилотных летательных систем.
3. пилотированию БПЛА в режиме авиасимулятора.

*Учащиеся получат возможность научиться:*

1. приемам визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.
  2. аэрофотосъемке выбранной территории
  3. обработка ортофотопланов, создание векторных карт
  4. сравнение фактических размеров используемых территорий со сведениями из кадастра недвижимости
- Личностные результаты:* широкие познавательные интересы, инициатива и любознательность, мотивы познания и творчества; готовность и способность учащихся к саморазвитию и реализации творческого потенциала в духовной и предметно-продуктивной деятельности за счет развития их образного, алгоритмического и логического мышления; готовность к повышению своего образовательного уровня и продолжению обучения с использованием средств и методов информатики и ИКТ; интерес к информатике и ИКТ, стремление использовать полученные знания в процессе обучения другим предметам и в жизни.

*Метапредметные результаты:*

владение умениями организации собственной учебной деятельности, включающими: целеполагание как постановку учебной задачи на основе соотнесения того, что уже известно, и того, что требуется установить; планирование – определение последовательности промежуточных целей с учетом конечного результата, разбиение задачи на подзадачи, разработка последовательности и структуры действий, необходимых для достижения цели при помощи фиксированного набора средств; прогнозирование – предвосхищение результата; контроль – интерпретация полученного результата, его соотнесение с имеющимися данными с целью установления соответствия или

несоответствия (обнаружения ошибки); коррекция – внесение необходимых дополнений и корректив в план действий в случае обнаружения ошибки.

## II. Учебно-тематический план.

№ п/п	Наименование модулей (разделов) и тем	Кол-во часов		
		Всего	Теория	Практика
<b>ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ БЛОК (2 ч.)</b>				
1-2	Взлетаем. Знакомство с направлением. Техника безопасности	2	1	1
	<i>Итого</i>	2	1	1
<b>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ БЛОК (26 ч.)</b>				
3-5	Принципы управления и строение мультикоптеров	3	2	1
6-8	Знакомство с базовыми элементами БПЛА	3	1	2
9-10	Составление технических требований	2	1	1
11-12	Сборка квадрокоптера	2	1	1
13-14	Электронный регулятор скорости	2	1	1
15-16	Работа с дополнительными элементами БПЛА	2	1	1
17-18	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	2	1	1
19-20	Доработка конструкции	2	0	2
21	Инструктаж по технике безопасности полетов	1	1	0
22-25	Учебные полеты	4	0	4
26-28	Презентация результатов	3	0	3
	<i>Итого</i>	26	9	17
<b>Дополнительный БЛОК (20 ч.)</b>				
29-30	Техника безопасности при использовании DJI и Tello . Устройство и теоретические основы полета DJI и Tello	2	1	1
31-32	Учебные полеты на DJI и Tello	2	0	2
33-34	Прохождение полетной трассы.	2	0	2
35-36	Оформление разрешения на использование воздушного пространства для осуществления съемок с БПЛА	2	1	1
37-48	Полетное задание для съемки с БПЛА. Съемка, анализ данных	12	2	10
	<i>Итого:</i>	20	4	16
<b>Вариативный компонент</b>				
	<i>Итого:</i>	22	6	16
Кейс 1. Простейшие элементы				

49-70	Обучение управлению квадрокоптером. Простейшие элементы	22	6	26
Кейс 2. Совершенствование пилотирования				
49-70	Обучение управлению квадрокоптером. Совершенствование пилотирования	22	6	26
<b>Итого по программе</b>		<b>70</b>	<b>20</b>	<b>50</b>

**III. Содержание изучаемого курса (программы)  
дополнительного образования детей**

№ п/п	Наименование модулей (разделов) и тем	Описание		Компетентностная траектория
		Теория	Практика	
<b>ПРОФИОРИЕНТАЦИОННЫЙ БЛОК (1 ч.)</b>				
1-2	Взлетаем. Знакомство с направлением. Техника безопасности	Общие сведения о предмете и прохождение инструктажа по технике безопасности. Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных		Знать: историю, применение, устройство беспилотников; Уметь: слушать и задавать вопросы
<b>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ БЛОК (26 ч.)</b>				
3-5	Принципы управления и строение мультикоптеров	Принципы управления мультироторными системами. Различия конструкций мультикоптеров		Знать: строение коптера; Владеть: навыками конструирования
6-8	Знакомство с базовыми элементами БПЛА	Основные элементы Мультикоптера	Придумываем и рисуем различные схемы компоновки коптера для решения прикладных задач	Знать: строение коптера; Владеть: навыками конструирования, навыками решения изобретательских задач и навыками свободного мышления
9-10	Составление технических требований	Понятие “технические требования”	Разработка технических требований для выбранного	Уметь: разрабатывать технические требования

11-12	Сборка квадрокоптера		решенияСборкаучебногорамы квадрокоптера, установка электродвигателей и платы	Знать: строения БПЛА, основы механической сборки; Владеть: навыками проектирования
13-14	Электронный регулятора скорости	Технология пайки. Техника безопасности	распределения Пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания	Уметь: паять, производить электромонтаж

15-16	Работа с дополнительными элементами БПЛА		Подключение дополнительных элементов	Владеть: навыками работы с доп. Элементами
17-18	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера	Настройка контроллера с помощью компьютера	Знать: о работе полетного контроллера; Уметь: настраивать БПЛА
19-20	Доработка конструкции		Необходимая доработка и отладка БПЛА	Владеть: навыками проверки работоспособности БПЛА
21	Инструктаж по технике безопасности полетов	Общие сведения о предмете и прохождении инструктажа по технике безопасности		Знать: технику безопасности, ответственность за соблюдение правил
22-25	Учебные полеты		Проведение учебных полётов, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на	Владеть: навыками пилотирования БПЛА
26-28	Презентация результатов		заданной высоте» Создание и защита презентации	Владеть: навыками работы в Power Point (или других программах для презентации)
Дополнительный БЛОК (20 ч.)				

29-30	Техника безопасности при использовании DJI и Tello . Устройство и теоретические основы полета Геоскан ПионерМакс и Tello	Инструктаж по технике безопасности при использовании Геоскан ПионерМакс и Tello		Знать: технику безопасного использования Геоскан ПионерМакс и Tello, их устройство и теоретические основы
31-32	Учебные полеты на Геоскан ПионерМакс и Tello		Проведение учебных полётов	Уметь: запускать, пилотировать Геоскан ПионерМакс и Tello
33-34	Прохождение полетной трассы.		Проведение полетов на точность, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «впередназад», «влево-вправо»	Уметь: запускать, пилотировать Геоскан ПионерМакс и Tello
35-36	Оформление разрешения на использование воздушного пространства для осуществления съемок с БПЛА	Последовательность получения разрешения на полеты. Оформление постановления на установление местного режима и плана полета	Оформление постановления на установление местного режима и плана полета	Знать: последовательность получения разрешения Уметь: составлять: представление на временный режим; план полета
37-48	Полетное задание для съемки с БПЛА. Съемка, анализ данных	Съемка при помощи БПЛА	Навыки моделирования, управления полетом	Владеть: Навыками съемки
<b>Вариативный компонент</b>				
<b>Кейс 1. Простейшие элементы</b>				
49-70	Обучение управлению квадрокоптером. Простейшие элементы	Правила безопасности, процедуры проверки готовности, ручное визуальное пилотирование БПЛА. Посадка. Практика: Ознакомление с органами управления квадрокоптером. Выполнение простейших запрограммированных полетных процедур: «взлёт/посадка», элементы: «Вращение», «Круг», «Мячик», «удержание на заданной высоте», перемещения «впередназад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций. Контрольные полёты.		
<b>Кейс 2. Совершенствование пилотирования</b>				
49-70	Обучение управлению квадрокоптером. Совершенствование пилотирования	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «полёт по кругу». Разбор аварийных ситуаций		

Введение и обсуждение. Определение задачи. Мозговой штурм. Определение критериев оценки проекта. Создание модели. Пересмотр и модернизация модели. Представление собственного решения. Оценка успеваемости.

Группы формируются 10 человек. Подгруппы по 3-4 человека в соответствии с количеством квадрокоптеров

#### *Контрольно-оценочные средства*

Контроль знаний по технике безопасности полетов

Тест на 5 вопросов, который включает проверку знаний инструкций, правила поведения при эксплуатации БПЛА. Учащимся будет предложено выбрать один или несколько вариантов ответа в тесте. Пример теста:

1. Что такое процедуры ARM и DISARM? Как они выполняются?
2. Что делать, если коптер ударился об землю или потерял управление? (порядок действий)
3. Что обязательно нужно проверить ПЕРЕД вылетом?
4. Что НЕЛЬЗЯ делать во время полета?
5. Что делать сразу после приземления?

Текущий контроль знаний при решении учебного кейса

Задание на проектирование (бриф) является инструментом проверки понимания обучающимися поставленной задачи в кейсе. Пример пунктов, входящих в бриф:

1. Проблема
2. Цель
3. Задачи
4. Требования к результату

По результатам решения кейса учащимся предлагается разработать презентацию. Требования к презентации следующие: отражение проблемной ситуации, цели, задач, выбранного решения и пути доработки кейса. А также продолжительность доклад должна составлять не более 5 минут.

Итоговый контроль по результатам освоения программы представляет собой разработку проектной карты. Ниже приведен пример, одного из реализованных проектов, выполненных по результатам освоения программы.

#### **IV.Методическое обеспечение дополнительной образовательной программы**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудования и материала</b>	<b>Источник получения</b>
1.	Ноутбуки – 11 шт.	Обеспечение класса
2.	Квадрокоптер – Tello – 3 шт	Обеспечение класса
3.	Квадрокоптер – Геоскан ПионерМакс – 1 шт	Обеспечение класса

#### **V. Список литературы:**

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа:<http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>.
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8 Режим доступа:<http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>.
3. Ефимов.Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino:



- Режимдоступа:<http://habrahabr.ru/post/227425/>.
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: [http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy\\_ajerodtnamiki\\_Riga.pdf](http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf).
  5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
  6. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>.
  7. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337.

Дополнительная литература

1. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html)
  2. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>
  3. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
  4. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: [http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11\\_public.pdf](http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf)
  5. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>
  6. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
  7. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021
- Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJ>