

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Кутесьский лицей»
Чебоксарского муниципального округа Чувашской Республики

Подписано цифровой подписью

Серийный номер: 29dbb22835d88b39c91f42cde567914e

Владелец: Ефимов Алексей Владимирович

Действителен: с 07.08.2025 по 31.10.2026

Дата: 2025.08.29 09:29:35+03:00

УТВЕРЖДЕНА

Приказом МБОУ «Кутесьский лицей» Чебоксарского
муниципального округа Чувашской Республики от
29.08.2025 № 138

(Рассмотрено на заседании педсовета,
протокол № 1 от 28.08.2025)

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа технической направленности
«Беспилотные летательные аппараты»
МБОУ «Кутесьский лицей»
Чебоксарского муниципального округа
Чувашской Республики**

Возраст обучающихся: 12–17 лет

Срок реализации: 1 год (32 часа)

Направленность программы – техническая.

Современное состояние общества требует интенсивного развития передовых наукоемких инженерных дисциплин, масштабного возрождения производств и глубокой модернизации научно-технической базы. В связи с этим ранняя инженерная подготовка подростков по профильным техническим дисциплинам, дальнейшая профессиональная ориентация в секторы инновационных производств особенно важна.

В настоящее время отрасль беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является относительно новой, но уже стала очень перспективной и быстроразвивающейся. Одно из главных преимуществ БПЛА – исключение человеческого фактора при выполнении поставленной задачи, который особенно сказывается в опасных для жизни человека задачах. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в проведении воздушного мониторинга общественной и промышленной безопасности, участии в поисково-спасательных операциях, метеорологических исследованиях, разведке, мониторинге сельскохозяйственных угодий, доставке грузов, кинематографии, изобразительном искусстве, обучении и многом другом. Дополнительное роботизированное навесное оборудование позволяет добиться высокого уровня точности измерений и автоматизации выполнения полетных операций.

Статистика приводит данные – на одного профильного специалиста в БПЛА-строительстве приходится более десяти специалистов в смежных направлениях (химические производства, новые материалы, системы связи и прочее). Таким образом, подготовка специалистов в отрасли БПЛА-строительства является важнейшей задачей не только опережающего технического развития, но и экономической стабильности.

Актуальность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

«Беспилотные летательные аппараты» в том, что она реализует потребности обучающихся в техническом творчестве, развивает инженерное мышление, соответствует социальному заказу общества в подготовке технически грамотных специалистов.

Актуальность беспилотных технологий и робототехники очевидна – это новое слово в науке и технике, способное преобразить привычный мир уже в ближайшее десятилетие. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря увеличению возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор беспилотных авиационных систем (БАС). Именно поэтому важно правильно подготовить и сориентировать будущих специалистов, которым предстоит жить и работать в новую эпоху повсеместного применения беспилотных летательных аппаратов и робототехники.

Настоящая образовательная программа позволяет не только получить ребенку инженерные навыки моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами, а также нацеливает на осознанный выбор в дальнейшем вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. В основе программы – комплексный подход в подготовке обучающихся. Современный оператор беспилотных летательных аппаратов должен владеть

профессиональной терминологией, разбираться в сборочных чертежах агрегатов и систем беспилотных летательных аппаратов, иметь навык по пилотированию в любых погодных условиях, сборке и починке БПЛА. При изготовлении моделей подростки сталкиваются с решением вопросов аэродинамики, информационных технологий, они используют инженерный подход к решению встречающихся проблем.

Педагогическая целесообразность программы в том, что она направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность школьника. Содержание программы направлено на профессиональную ориентацию обучающихся и мотивацию для возможного продолжения обучения в объединениях дополнительного образования БПЛА, далее в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с робототехникой и авиастроением.

Отличительной особенностью данной программы в том, что в ходе реализации обучающиеся получают не только технические знания, но и основы профессии, востребованной в современных социально-экономических условиях.

Цель: формирование начальных знаний и инженерных навыков в области проектирования, моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации сверхлегких дистанционно пилотируемых летательных аппаратов.

Задачи:

1. Сформировать знания основ теории полета, практических навыков дистанционного управления квадрокоптером.
2. Обучить основным приемам сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных систем.
3. Сформировать навыки пилотирования БПЛА в режиме авиасимулятора.
4. Сформировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

Возраст детей, участвующих в реализации программы: 12–17 лет.

Формы проведения занятий: теоретическое изложение материала, практическое занятие. Занятия проводятся 1 раз в неделю. В год – 32 часа.

Ожидаемые результаты и способы их проверки

Ожидаемые результаты:

1. У обучающихся будут сформированы умения и навыки дистанционного управления беспилотным летательным аппаратом.
2. Обучающиеся овладеют основными приемами сборки, программирования, эксплуатации беспилотных летательных систем.
3. Обучающиеся приобретут навыки пилотирования БПЛА в режиме авиасимулятора.
4. Сформируют умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата.

Способы определения результативности: педагогическое наблюдение, опрос, практическое задание.

Форма подведения итогов реализации программы:

- конкурс;
- выполнение практических полётов (визуальных и в режиме авиасимулятора);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров.

Учебно-тематический план

№	Название раздела, темы	Все го часо в	Теор ия	Практ ика	Формы промежуточ ной (итоговой) аттестации
1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	8	5	3	—
1.1	Вводное занятие. Квадрокоптеры TELLO	1	1	0	
1.2	Принципы управления и строение мультикоптеров	1	1	0	
1.3	Техника безопасности полётов	1	1	0	
1.4	Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы	1	1	0	
1.5	Практика с аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/ хранение)	1	0	1	
1.6	Технология пайки. Техника безопасности	1	1	0	
1.7	Обучение пайке	1	0,5	0,5	
1.8	Полёты на авиасимуляторе	1	0	1	Выполнение упражнений на симуляторе
2	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	10	1,5	8,5	Зачёт по визуальному пилотировани ю
2.1	Полётный контроллер. Аппаратура радиуправления	1	0,5	0,5	
2.2	Бесколлекторные двигатели, ESC, платы разводки питания	1	0	1	
2.3	Сборка рамы квадрокоптера	1	0	1	

№	Название раздела, темы	Все го часо в	Теор ия	Практ ика	Формы промежуточ ной (итоговой) аттестации
2.4	Инструктаж по ТБ. Полёты: взлёт/посадка	1	0,5	0,5	
2.5	Полёты: удержание высоты, перемещения вперёд-назад, влево-вправо. Разбор аварий	1	0	1	
2.6	Полёты: точная посадка на удалённую точку, «коробочка»	1	0	1	
2.7	Полёты: «челнок», «восьмёрка»	1	0	1	
2.8	Полёты: «змейка», «облёт по кругу»	1	0	1	Зачётное занятие
2.9	Настройка полётного контроллера с помощью компьютера	1	0	1	
2.10	Настройка аппаратуры радиоуправления	1	0,5	0,5	
3	Настройка, установка FPV-оборудования	5	1	4	—
3.1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка	1	1	0	
3.2	Установка и подключение радиоприёмника	1	0	1	
3.3	Установка и подключение видеооборудования	1	0	1	
3.4	Настройка FPV-системы. Пробные полёты	1	0	1	
3.5	Пилотирование с FPV-оборудованием	1	0	1	Выполнение упражнений
4	Работа в группах над инженерным проектом	5	1	4	—

№	Название раздела, темы	Все го часо в	Теор ия	Практ ика	Формы промежуточ ной (итоговой) аттестации
4.1	Принципы создания инженерного проекта. Основы планирования	1	0,5	0,5	
4.2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	1	0,5	0,5	
4.3	Работа в группах над проектом «Беспилотная авиационная система»	1	0	1	
4.4	Продолжение работы над проектом	1	0	1	
4.5	Подготовка презентации и защитного слова	1	0	1	
5	Защита проектов	2	0	2	Итоговая аттестация (защита проекта)
5.1	Предзащита проектов	1	0	1	
5.2	Итоговая защита инженерных проектов	1	0	1	Зачёт (проект)
	Резервные занятия (по усмотрению педагога: отработка навыков, соревнования)	2	0	2	
	ИТОГО:	32	8,5	23,5	

Содержание дополнительной общеразвивающей программы

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
Блок 1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. Электронные компоненты мультироторных

№ п/п	Наименование темы	Содержание темы
		систем: принципы работы, общее устройство. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием. Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультитроторных систем. Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.
Блок 2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы функционирования, пайка двигателей и регуляторов. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания. Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперёд-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удалённую точку», «коробочка», «челнок», «восьмёрка», «змейка», «облёт по кругу». Разбор аварийных ситуаций.
Блок 3.	Настройка, установка FPV-оборудования.	Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультитроторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.
Блок 4.	Работа в группах над инженерным проектом.	Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.
	Защита проектов	

Календарно-тематическое планирование

№ занятия	Раздел программы	Тема занятия	Количество часов	Теория (ч)	Практика (ч)	Форма проведения	Форма контроля
1	Блок 1	Вводная лекция. Знакомство с квадрокоптерами TELLO	1	1	0	Лекция	Опрос
2	Блок 1	Принципы управления и строение мультикоптеров	1	1	0	Лекция	Беседа
3	Блок 1	Техника безопасности при полётах	1	1	0	Лекция	Тестирование
4	Блок 1	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы (устройство, характеристики)	1	1	0	Лекция	Опрос
5	Блок 1	Практическое занятие с аккумуляторами (зарядка, разрядка, балансировка, хранение)	1	0	1	Практическая работа	Наблюдение, проверка навыков

№ занятия	Раздел программы	Тема занятия	Количество часов	Теория (ч)	Практика (ч)	Форма проведения	Форма контроля
6	Блок 1	Технология пайки. Техника безопасности при пайке	1	1	0	Лекция	Опрос
7	Блок 1	Обучение пайке (основные приёмы, пайка проводов)	1	0,5	0,5	Комбинированное занятие	Контроль качества пайки
8	Блок 1	Полёты на авиасимуляторе	1	0	1	Практическая работа	Выполнение упражнений
9	Блок 2	Управление полётом. Полётный контроллер и аппаратура радиоуправления	1	0,5	0,5	Лекция + практика	Опрос
10	Блок 2	Бесколлекторные двигатели, регуляторы хода (ESC), платы разводки питания	1	0	1	Практическая работа	—
11	Блок 2	Сборка рамы квадрокоптера	1	0	1	Практическая работа	—

№ занятия	Раздел программы	Тема занятия	Количество часов	Теория (ч)	Практика (ч)	Форма проведения	Форма контроля
12	Блок 2	Инструктаж по технике безопасности полётов. Первые учебные полёты: взлёт / посадка	1	0,5	0,5	Инструктаж + практика	Выполнение норматива
13	Блок 2	Полёты: удержание заданной высоты, перемещения вперёд-назад, влево-вправо. Разбор аварийных ситуаций	1	0	1	Практическая работа	Наблюдение
14	Блок 2	Полёты: точная посадка на удалённую точку, упражнение «коробочка»	1	0	1	Практическая работа	—
15	Блок 2	Полёты: «челнок», «восьмёрка»	1	0	1	Практическая работа	—
16	Блок 2	Полёты: «змейка», «облёт по кругу»	1	0	1	Практическая работа	Зачёт (визуальное пилотирование)

№ занятия	Раздел программы	Тема занятия	Количество часов	Теория (ч)	Практика (ч)	Форма проведения	Форма контроля
17	Блок 2	Настройка полётного контроллера с помощью компьютера (ПО, калибровка)	1	0	1	Практическая работа	—
18	Блок 2	Настройка аппаратуры радиоуправления	1	0	1	Практическая работа	—
19	Блок 3	Основы видеотрансляции. Применяемое FPV-оборудование, его настройка	1	1	0	Лекция	Опрос
20	Блок 3	Установка и подключение радиоприёмника	1	0	1	Практическая работа	—
21	Блок 3	Установка и подключение видеоборудования (FPV-камера, передатчик)	1	0	1	Практическая работа	—
22	Блок 3	Настройка FPV-	1	0	1	Практическая работа	—

№ занятия	Раздел программы	Тема занятия	Количество часов	Теория (ч)	Практика (ч)	Форма проведения	Форма контроля
		системы. Пробные полёты с использованием FPV-очков					
23	Блок 3	Пилотирование с FPV-оборудованием (выполнение простых маршрутов)	1	0	1	Практическая работа	Выполнение упражнений
24	Блок 4	Принципы создания инженерного проекта. Основы планирования проектной работы	1	0,5	0,5	Лекция + работа в группах	Выбор темы проекта
25	Блок 4	Основы 3D-печати и 3D-моделирования (обзор ПО, подготовка моделей)	1	0,5	0,5	Лекция + практика	—
26	Блок 4	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	1	0	1	Проектная деятельность	—

№ занятия	Раздел программы	Тема занятия	Количество часов	Теория (ч)	Практика (ч)	Форма проведения	Форма контроля
27	Блок 4	Продолжение работы над проектом (конструирование, программирование, расчёты)	1	0	1	Проектная деятельность	—
28	Блок 4	Подготовка презентации и защитного слова по проекту	1	0	1	Работа в группах	—
29	Блок 4	Предзащита проектов (промежуточная презентация)	1	0	1	Презентация, обсуждение	Оценка готовности
30	Блок 4	Итоговая защита инженерных проектов	1	0	1	Конкурс проектов	Итоговый зачёт
31	Резерв	Повторение и отработка сложных элементов пилотирования (по запросу)	1	0	1	Практическое занятие	—
32	Резерв	Внутригрупповые соревнования по визуальном	1	0	1	Конкурс	Итоговое мероприятие

№ занятия	Раздел программы	Тема занятия	Количество часов	Теория (ч)	Практика (ч)	Форма проведения	Форма контроля
		у и FPV-пилотированию					

Итого: 32 часа, из них теория – 8,5 ч, практика – 23,5 ч.

Методическое обеспечение

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	Лекция, дискуссия, практическое занятие	Беседа, индивидуальная работа с ПО	Записи в тетрадях, справочный материал из ПО	Квадрокоптеры TELLO, интерактивная доска, ноутбук, RC-пульт	Полёт на симуляторе без ошибок пилотирования
Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Инструкция по сборке, справочный материал из ПО	Квадрокоптеры TELLO, интерактивная доска, ноутбук, RC-пульт	Тестовые полёты на собранном квадрокоптере
Настройка, установка FPV-оборудования	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал из ПО	Квадрокоптеры, FPV-очки, FPV-модуль, ноутбук	Выполнение полётов с FPV-оборудованием
Работа в группах над	Метод задач, метод	Работа в группах	Записи в тетрадях	Ноутбук, интерактивная доска,	Защита проекта

Раздел или тема программы	Формы занятий	Приёмы и методы организации образовательного процесса	Дидактический материал	Техническое оснащение занятий	Формы подведения итогов
инженерным проектом	кейсов, работа в группах			3D-принтер (при наличии)	

Материально-техническое обеспечение

- Квадрокоптеры TELLO.
- Рабочее место обучающегося: ноутбук с производительностью CPU не менее 2000 единиц по PassMark, ОЗУ не менее 4 Гб, SSD/eMMC не менее 128 Гб (или ПК с монитором, клавиатурой, колонками); мышь.
- Рабочее место наставника: ноутбук Intel Core i5-4590 / AMD FX 8350 или новее, GPU NVIDIA GeForce GTX 970 / AMD Radeon R9 290 или новее, ОЗУ не менее 4 Гб, видеовыход HDMI 1.4 / DisplayPort 1.2; презентационное оборудование; флипчарт/маркерная доска; единая сеть Wi-Fi.
- Программное обеспечение: офисный пакет, Autodesk Fusion 360, графический редактор.

Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы)

Входная диагностика

Критерий	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Теоретические знания	Полное отсутствие представлений о направлении	Имеются представления	Знание технологии изготовления квадрокоптера
Владение терминологией	Незнание терминологии	Незначительные пробелы	Знание терминологии курса
Практические умения	Слабое умение пользоваться инструментами	Умеет пользоваться распространёнными инструментами, работает по техкарте	Уверенная работа с инструментами и техкартой
Творческие навыки	Отсутствие творчества	Небольшие проявления	Умеренное проявление творчества

Критерий	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Самостоятельность	Неумение работать самостоятельно	Эпизодическая самостоятельность	Периодическая самостоятельность

Текущая и итоговая диагностика – аналогично исходной программе.

Список использованной литературы

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. №4.
2. Гурьянов А.Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. №8.
3. Ефимов Е. Программируем квадрокоптер на Arduino.
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2012. №3.
6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М., 1950.
7. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005.