

Министерство образования Владимирской области
Муниципальная автономная организация дополнительного образования
Центр творчества «Апельсин»

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Методическим Советом
МАО ДОЦТ «Апельсин»

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор
МАО ДОЦТ «Апельсин»



Протокол № 3
от «24» июня 2025 г.

Д.Н.Радченко
«24» июня 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ
ПРОГРАММА «Беспилотные летательные аппараты»

Продвинутый уровень
ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Возраст обучающихся: 9-16 лет.

Срок реализации: 1 год.

Автор-составитель:
Андрианов Алексей Юрьевич, к.э.н., доцент,
педагог дополнительного образования

Камешково 2025

Содержание

I. Основные характеристики программы

- 1.1. Пояснительная записка
- 1.2. Цель и задачи программы
- 1.3. Содержание программы
- 1.4. Планируемые результаты

II. Организационно-педагогические условия

- 2.1. Календарный график на 2025-2026 учебный год
- 2.2. Условия реализации программы
- 2.3. Формы аттестации
- 2.4. Оценочные материалы
- 2.5. Методические материалы
- 2.6. Список литературы
- 2.7. Приложения

I. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа по направленности является технической и разработана с учётом следующих законодательных нормативно-правовых документов:

1. Федеральный Закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в РФ».
2. Концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р).
3. Поручение Правительству РФ от 30.12.2022 № 2548 Развитие беспилотных авиационных систем.
4. Поручение Правительству РФ от 13.06.2023 № 1176 Расширение беспилотных авиационных систем и оказание услуг с их применением в различных секторах экономики.
5. Указ президента РФ от 10.10.2019 № 490 О развитии искусственного интеллекта в РФ

Введение

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка. Так же и искусственный интеллект был признан ключевой технологией наряду с [большими данными](#) и [интернет вещей](#), подлежащей широкому внедрению. В конце октября 2021 года премьер-министр РФ [Михаил Мишустин](#) утвердил план мероприятий в сфере [цифровой трансформации госуправления](#) до 2031 года.

Направленность программы. Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет **научно-техническую направленность**. Предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС) и искусственного интеллекта (ИИ).

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Настоящая программа соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также

обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Актуальность программы Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса 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 росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

1.2. Цели и задачи программы.

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых теоретических знаний и когнитивных приемов, и умения «работать руками» по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная

эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем) с использованием ИИ. Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

Задачи:

Образовательные задачи:

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС и ИИ;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Развивающие задачи:

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развить способность к самореализации и целеустремлённости;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- расширить ассоциативные возможности мышления.

Воспитательные задачи:

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

Отличительные особенности программы

К основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;

- сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления);

- направленность на развитие системного мышления;

- рефлексия.

Адресат программы: Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего школьного возраста (9 – 16 лет). Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период происходит главное в развитии мышления – овладение подростком процессом образования понятий, который ведет к высшей форме интеллектуальной деятельности, новым способам поведения. Функция образования понятий лежит в основе всех интеллектуальных изменений в этом возрасте. Для возраста 10 – 16 лет характерно господство детского сообщества над взрослым. Здесь складывается новая социальная ситуация развития. Идеальная форма – то, что ребенок осваивает в этом возрасте, с чем он реально взаимодействует, – это область моральных норм, на основе которых строятся социальные взаимоотношения. Общение со своими сверстниками – ведущий тип деятельности в этом возрасте. Именно здесь осваиваются нормы социального поведения, нормы морали, здесь устанавливаются отношения равенства и уважения друг к другу.

Допускается участие детей более раннего возраста при явном наличии у них способностей к познавательной деятельности в инженерно-технических дисциплинах.

Срок и объем реализации: учебный год /324 из расчета 9 часов в неделю

Режим занятий: 3 раза в неделю по 3 академических часов (3 раза в неделю занятия проводятся очно и 1 раз из них допускается дистанционно). Продолжительность занятия 80 минут с перерывом 10 минут. Для занятий оптимально количество 6 человек в группе. Кратность занятий и их продолжительность обосновывается рекомендуемыми нормами СанПин 2.4.4.3172-14, целью и задачами программы.

Формы обучения Обучение проводится по очной форме и дистанционно

Формы организации деятельности

Форма организации занятий: групповая, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на

предстоящем занятии;

- Workshop и Tutorial (практическое занятие – *hardskills*), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;
- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;
- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.
- методкейсов (*case-study*), "мозговой штурм" (*Brainstorming*), методзадач (*Problem-Based Learning*) и методпроектов (*Project-Based Learning*). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – *case*, *англ.*), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

Критерии и способы определения результативности

Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

Ожидаемые результаты

Предметные:

- приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС;
- занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки;
- сформированность навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Метапредметные:

- 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:

- 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

- выполнение практических полётов (визуальных и сFPV);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- творческие задания (подготовка проектов и их презентация).

Год обучения	Возраст	Кол-во недель	Объем учебной программы					Симулятор	Виды контроля	
			Всего	Лекции	Практика	Работа на оборудовании	Самостоятельная работа		Итоговая контрольная работа	Проектная работа. Защита
1	9 – 16	18	324	52	50	55	48	54	1	64

Данная образовательная программа является **вводным модулем** и изучается в течение первой половины первого учебного года (16 недель, 6 часов в неделю). Обучающиеся выполняют 48 практических занятий, проводятся две контрольные работы

во время аудиторных занятий. По окончании курса происходит защита проектной работы. Вводный модуль настоящей программы аналогичен для возрастов 6-10 и 14-16, различаясь только соотношением практических и теоретических занятий; чем старше обучающиеся, тем больше начинает практическая часть преобладать над теоретической. Это связано с тем, что способность к самообучению с возрастом прямо пропорционально возрастает, поэтому все больше теоретического материала в программах для возрастов 14-16 будет предлагаться для самостоятельного изучения.

Форма проведения занятий «лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. soft-skills (теоретических знаний и когнитивных приемов) обучающихся, а именно:

- технология изобретательской разминки и логика ТРИЗ;
- противоречие как основа изобретения;
- идеальный конечный результат;
- алгоритм проектирования технической системы;
- командообразование;
- работа в команде;
- личная ответственность и тайм-менеджмент;
- проектная деятельность;
- продуктивное мышление;
- универсальная пирамида прогресса;
- планирование и постановка собственного эксперимента;

Форма проведения занятий «практические занятия» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие т.наз. hard-skills (навыков и умений) обучающихся, а именно:

- работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи);
- работа с оборудованием hi-tech-цеха (пайка, лазерная резка);
- работа с программным обеспечением (настройка летного контроллера квадрокоптера, проектирование рамы квадрокоптера);
- управление квадрокоптером.

Материально-техническое обеспечение см. в приложении 1.

Правила выбора проекта и примерные темы проектов см. в приложении 2.

Примеры кейсов см. в приложении 3

3 СОДЕРЖАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№ п/п	Название раздела темы	Количество часов			Формы контроля
		Теория	Практика	Очно	
1	Раздел 1 «Теория полета летательного аппарата тяжелее воздуха»				
1.1	История развития летательных аппаратов.	3			Наблюдение, беседа
1.2	Разновидности ЛА. Применение БПЛА. Виды БПЛА. Устройство мультикоптеров	3	12,5		Наблюдение, беседа
1.3	Теория управления БПЛА. Ручное управление коптером	3	12,5		Наблюдение, беседа
1.4	Полётный контроллер. Аккумулятор. Двигатели. Контроллеры двигателей. Бесколлекторные моторы. Воздушный винт	3	12		Тестирование
Всего		12	37		
2	Раздел 2 «Разработка БПЛА»				
2.1	Теоретический расчет многороторных платформ. Выбор схемы	3	17,5		Выполнение практической работы
2.2	Работа в 6 системах автоматизированного проектирования	3	17,5		Выполнение практической работы
Всего		6	35		
3	Раздел 3 «Сборка и настройка квадрокоптера»				
3.1	Работа с LiPo аккумуляторами	4	20		Выполнение практической работы
3.2	Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, при подготовке к вылету	5	20		Наблюдение, беседа
3.3	Сборка квадрокоптера. Установка и настройка полетного контроллера	4	20		Выполнение практической работы. Тестирование
Всего		13	60		
4	Раздел 4 «Визуальное пилотирование квадрокоптера»				
4.1	Теория ручного визуального пилотирования. Техника безопасности	4	20		Наблюдение, беседа
4.2	Процедуры проверки готовности. Пилотирование БПЛА визуально	4	20		Выполнение практической работы
4.3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка	2	20		Выполнение практической работы. Тестирование
Всего		10	60		
5	Раздел 5 «Пилотирование от первого лица (режим FPV)»				
5.1	Теория FPV полётов. Оборудование передачи видео и OSD	4	41		Наблюдение, беседа
5.2	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту	5	41		Выполнение практической работы. Тести

					рование
Всего		9	82		
Итого	324	50	274		

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
Содержание учебно-тематического плана
Раздел 1 «Теория полета летательного аппарата тяжелее воздуха»

Тема 1.1 История развития летательных аппаратов.

Теория: Начало воздухоплавания. Проекты планера и парашюта Леонардо да Винчи. Воздушный шар братьев Монгольфье. Создание первичных коптеров и современное коптеростроение. Перспективы использования коптеров.

Практика: Инструктаж по технике безопасности и вопросы охраны труда. Правила безопасного поведения на улице и в учреждении. Ознакомление с рабочим местом, станочным оборудованием, инструментами. Рассказ о радиоуправляемых моделях и их классификациях. Ответы на вопросы учащихся.

Тема 1.2 Виды БПЛА. Устройство мультикоптеров

Теория: 1. Беспилотные неуправляемые; (шары-зонды, свободные аэростаты) 2. Беспилотные автоматические; 3. Беспилотные дистанционно пилотируемые летательные аппараты (ДПЛА). Физические основы движения тел. Виды движения тел (поступательное, вращательное, равномерное и неравномерное). Основная задача механики. Решение ОЗМ. Система отсчета. Знакомство с системами координат и способами описания движения (координатный и векторный способы). Физические величины, описывающие полеты (скорость высота. Координаты, пройденный путь, перемещение). Векторы. Действие над векторами. Проекция вектора на координатные оси.

Практика: Векторы. Вектора и операции над векторами. Работа на оборудовании

Тема 1.3 Теория управления БПЛА. Ручное управление коптером

Теория: Режимы. Ручной полет. Стабильный полет. GPS навигация. Управление дроном с телефона. Первый запуск и подготовка к нему. Простые маневры. Типичные ошибки.

Практика: Ручной режим полета (Manual Mode). Контроль беспилотника. Управление квадрокоптером под любым углом. Режим удержания угла полета (Attitude Holding Mode).

Тема 1.4 Полётный контроллер. Аккумулятор. Двигатели. Контроллеры двигателей.

Бесколлекторные моторы. Воздушный винт

Теория: Электрический ток. Электрические схемы, их основные элементы. Последовательное и параллельное соединения проводников в электросхемах. Датчики коптеров, их назначение; физические величины, измеряемые датчиками, единицы измерения. Аккумулятор коптера. Виды аккумуляторов, их зарядка и эксплуатация. Радиосигналы (электромагнитные волны), скорость их распространения в атмосфере. Радиопомехи.

Практика: управление полетом с помощью пульта управления. Работа на оборудовании

Раздел 2 «Разработка БПЛА»

Тема 2.1 Теоретический расчет много роторных платформ. Выбор схемы

Теория: знакомство с деталями БЛА. Знакомство с рабочей программой. Приёмы работы ручным инструментом. Техника безопасности при работе с ручным инструментом

Практика: расчёт много роторных платформ. Работа на оборудовании

Тема 2.2 Работа в 6 системах автоматизированного проектирования

Теория: проектирование коптера по заданным параметрам.

Практика: выполнение проекта, практической работы. Работа на оборудовании

Раздел 3 «Сборка и настройка квадрокоптера»

Тема 3.1 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. Работа на оборудовании

Тема 3.2 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 (были случаи выпадения после неправильной установки); - проверка работы failsafe режима и режима автовозврата не отлетая далеко от точки взлета.

Тема 3.3 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. Работа на оборудовании

Раздел 4 «Визуальное пилотирование квадрокоптера»

Тема 4.1 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.

Тема 4.2 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.

Тема 4.3 Выполнение простейших полетных процедур. Посадка

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

Практика: отработка посадки.

Раздел 5 «Пилотирование от первого лица (режим FPV)»

Тема 5.1 Теория FPV полётов. Оборудование передачи видео и OSD

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

Практика: пилотирование с использованием FPV-оборудования.

Тема 5.2 Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту

Теория: инструктаж перед первыми 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.

1.4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предполагаемые результаты освоения полного курса обучения по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Беспилотные летательные аппараты» сформулированы исходя из требований к знаниям, умениям, навыкам, которые учащиеся должны приобрести в процессе обучения на всех годах, с учетом целей и поставленных задач.

Личностные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы:

- уважительное отношение к культуре своего народа;
- ответственное отношение к обучению;
- готовность и способность к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию в области научных технологий;
- бережное отношение к духовным ценностям;
- нравственное сознание, чувство, поведение на основе сознательного усвоения общечеловеческих нравственных ценностей;
- эстетические потребности, ценности и чувства.

Метапредметные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Учащиеся научатся на доступном уровне:

- осваивать способы решения проблем творческого и научного характера и определения наиболее эффективных способов достижения результата;
- организовывать сотрудничество с педагогом и сверстниками, работать в группе;
- владеть основами самоконтроля, самооценки;
- продуктивно общаться и взаимодействовать;
- развивать художественные, психомоторные, коммуникативные способности;
- развивать наблюдательность, ассоциативное мышление, эстетический и художественный вкус и творческое воображение.

Предметные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Учащиеся познакомятся:

- с технологией изготовления квадракоптера из бросового материала,
- со схемами изготовления квадракоптера,
- с историей возникновения квадракоптера
- с правилами ТБ, со схемами изготовления.

Учащиеся научатся:

- подбирать корпус, соответствующие цепи, подбирать цвета для изделий;
- читать схемы,
- самостоятельно собирать поделки по схемам, выбирать изделия, которые сами дети будут выполнять.
- обращаться с колющими и режущими инструментами, клеящими составами,

Учащиеся получают возможность приобрести:

- первоначальные представления о влиянии научного творчества на развития эстетического вкуса, воображения;
- навыки исполнения поделок из бумаги, картона, пластмасса!

Раздел 2 КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Календарные учебные графики дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Беспилотные летательные аппараты» ежегодно принимаются педагогическим советом в соответствии с учебными планами, расписанием на текущий учебный год и утверждаются директором учреждения (см. Приложение 3).

Раздел № 2 Организационно-педагогические условия

2.1 Календарный учебный график на 2025-2026 учебный год

Срок реализации программы	Режим занятий	Продолжительность занятий	Нерабочие праздничные дни	Количество учебных недель	Количество учебных дней	Количество часов
01.09.25 – 31.05.26	3 раза в неделю по 3 часов	80 минут с перерывом 10 минут	1-8 января, 23 февраля и 8 марта	36	108	324

2.2 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Аппаратное и техническое обеспечение:

- Рабочее место обучающегося:
ноутбук: производительность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark <http://www.cpubenchmark.net/>): не менее 2000 единиц; объём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками);
мышь.
- Рабочее место наставника:
ноутбук: процессор Intel Core i5-4590/AMD FX 8350 — аналогичная или более новая модель, графический процессор NVIDIA GeForce GTX 970, AMD Radeon R9 290 — аналогичная или более новая модель, объём оперативной памяти: не менее 4 Гб, видеовыход HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 или более новая модель (или соответствующий по характеристикам персональный компьютер с монитором, клавиатурой и колонками);
презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект;
флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей — 1 шт.;
единая сеть Wi-Fi.

Программное обеспечение:

- офисное программное обеспечение;
- программное обеспечение для трёхмерного моделирования (Autodesk Fusion 360);
- графический редактор.

Расходные материалы:

бумага А4 для рисования и распечатки;
бумага А3 для рисования;
набор простых карандашей — по количеству обучающихся;
набор чёрных шариковых ручек — по количеству обучающихся;
клей ПВА — 2 шт.;
клей-карандаш — по количеству обучающихся;
скотч прозрачный/матовый — 2 шт.;
скотч двусторонний — 2 шт.;
картон/гофрокартон для макетирования — 1200*800 мм, по одному листу на двух обучающихся;

нож макетный — по количеству обучающихся;
лезвия для ножа сменные 18 мм — 2 шт.;
ножницы — по количеству обучающихся;
коврик для резки картона — по количеству обучающихся;
PLA-пластик 1,75 REC нескольких

Кадровое обеспечение:

Реализацию дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы осуществляет педагог дополнительного образования, имеющий соответствующую профессиональную квалификацию, подтвержденную документами, оформленными в установленном порядке.

2.3 ФОРМЫ аттестации

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 по теме занятия, индивидуальная работа с ПО	Записи в тетрадах, справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, 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 для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, RC-пульт	Тестовые полёты на собственноручно собранном квадрокоптере
Настройка, установка FPV – оборудования	Лекция, дискуссия, практическое занятие, workshop	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО	Справочный материал из ПО для полетов	Интерактивная доска, ноутбук с ПО, квадрокоптер, очки для FPV- полетов, FPV- модуль	Выполнение полётов с FPV- оборудованием
Работа в группах над инженерным проектом.	Метод задач, метод кейсов, работа в группах	Работа в группах	Записи в тетрадах	Ноутбук, интерактивная доска	Защита проекта

2.4. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В данном разделе отражаются оценочные материалы, позволяющие определить достижение учащимися планируемых результатов.

Оценка результативности
реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Входная диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Полное отсутствие представлений о данном направлении	Имеются представления о данном направлении	Знание технологии изготовления квадракоптера
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологией</i>		
Незнание терминологии изучаемого курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки предусмотренные программой</i>		
Неумение пользоваться (слабое умение) пользоваться колющими и режущими инструментами, клеящими составами; неумение пользоваться инструкционно-технологическими картами	Умеет правильно пользоваться распространенными инструментами, имеет представление о пользование инструкционно-технологической картой. Имеются небольшие навыки работы с природным материалом, с пряжей, нитками	Умение правильно пользоваться инструментами, умение работать с инструкционно-технологической картой. Имеются навыки работы с природным материалом, с пряжей
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Отсутствия творчества в работе	Небольшие проявления творчества в освоении учебного материала	Умеренное проявление творчества в освоении учебного материала
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>		
Неумение работать самостоятельно	Эпизодические применения самостоятельности работы	Периодическое применения самостоятельности в работе
Текущая диагностика		

<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Отсутствие знаний (слабые знания) технологии изготовления изделий, незнание правил обращения со специальными инструментами	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание технологии изготовления изделия
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологии</i>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>		
Слабое умение пользоваться специальными инструментами, слабые навыки работы с инструкционно-технологическими картами, слабые навыки выполнения изделий	Умение правильно пользоваться большей частью специальных инструментов, умение выполнять изделия при небольшой поддержке педагога	Уверенная работа с инструкционно-технологической картой; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов, прочные умения и навыки работы
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Отсутствие творчества в работа	Сочетание репродуктивных и творческий навыков	Выдвижение новых идей, стремление их воплотить в своей работе
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>		
Неумение работать самостоятельно	Сочетание навыков самостоятельной работы под руководством и контролем педагога	Стремление как можно чаще проявлять самостоятельность в работе
Итоговая диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Слабое знание технологии изготовления изделий, слабое знание правил безопасности	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание изготовления изделий

труда		
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологии</i>		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Отсутствие пробелов в знании терминологии курса
<i>Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой</i>		
Допускает ошибки в технологии изготовления изделий, неаккуратность в работе, ошибки в обращении со специальными инструментами, слабые навыки работа с технологической картой	Умение разрабатывать собственные эскиз изделия, допускаются незначительные ошибки в технологии изготовления изделия, присутствие навыком аккуратности, экономичности в работе с материалами, соблюдение правил техники безопасности под контролем педагога	Уверенная работа с технологической картой; умение разрабатывать собственный эскиз изделия и технологию его изготовления; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов
<i>Критерий 4: Творческие навыки</i>		
Слабые проявления творчества	Умеренные проявления творчества в работе	Проявление индивидуального творческого подхода к выполнению любого изделия
<i>Критерий 5: Самостоятельность</i>		
Слабые навыки самостоятельной работы	Умеренное проявление самостоятельности в работе	Высокоразвитое умение самостоятельно, без помощи педагога, выполнять изделия

2.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Организации образовательного процесса по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе осуществляется *очно-заочно*, в *разновозрастных группах*. Комплексные занятия проходят по комбинированному типу, так как включает в себя повторение пройденного, объяснение нового, закрепление материала и подведение итогов.

На занятиях используются следующие *формы и методы реализации программы*.

Различные *формы* учебной работы (вид занятия) существенно повышают эффективность занятий и интерес обучающихся к ним. Программа предусматривает использование фронтальной, индивидуальной, групповой форм учебной работы учащихся. Фронтальная форма предполагает подачу учебного материала всему коллективу учащихся. Индивидуальная форма предполагает самостоятельную работу учащегося. При этом педагог оказывает учащемуся такую помощь, которая не подавляет его активности и способствует выработке навыков самостоятельной работы. В ходе групповой работы учащимся предоставляется возможность самостоятельно построить свою работу на основе принципа деятельности подхода. Групповые занятия позволяют выполнять сложные трудоемкие работы с наименьшими затратами материала и времени. При этом каждый обучающийся отрабатывает приемы на отдельном фрагменте, который является частью целого изделия.

Если говорить о формах учебных занятий, то основная масса учебного времени отводится на лекционно-практические занятия, где оптимально сочетаются теория и практические упражнения. Это обусловлено спецификой курса: чтобы эффективно овладеть навыками работы с бумагой и нитками, нужно вслед за теоретическим изучением приемов отработать их на практике. В чистом виде практические и лекционные занятия представлены в меньшей степени.

Помимо лекций и практических занятий программа предусматривает выставки, конкурсы профессионального мастерства, тестирование.

Выставки, ярмарки, конкурсы профессионального мастерства позволяют продемонстрировать результаты своих трудов за определенный период времени. Это позволяет учащимся критически оценивать свои работы, лучше понять их достоинства и недостатки, что является стимулом для дальнейшего творческого роста.

В программе предусмотрены контрольные часы после изучения каждого блока. На этих занятиях педагог проводит тесты, анкетирование, викторины, выставки с целью выявления качеств знаний, умений, навыков обучающихся.

Что касается методов работы, то программа предполагает сочетания репродуктивной и творческой деятельности. Во время знакомства с новым материалом деятельность носит репродуктивный характер, так как учащиеся воспроизводят знания и способы действий. Репродуктивная деятельность выражается в форме упражнений. Поиск нового стиля, новых элементов, создания работ по собственному эскизу является примером творческой деятельности.

Среди методов, определяемых по источнику информации, на занятиях используется объяснение (при знакомстве со свойствами бумаги, пряжи, ниток, с терминами), инструктаж (объяснение правильных приемов работы, исправление и предупреждение ошибок), беседа (необходима для приобретения новых знаний и закрепления их путем устного обмена мнениями). Большое образовательно-воспитательное значение имеют беседы. Демонстрационные методы реализуют принцип наглядности обучения. Демонстрация присутствует практически на каждом занятии и сочетается со словесными методами.

Педагогу необходимо добиваться рационального выбора методов и оптимального их сочетания.

Воспитательная составляющая результатов:

Увлечение ребёнка избранным видом деятельности выражается в проявлении инициативы на занятии, систематическом участии в конкурсах и мероприятиях и результативности деятельности. Способность работать в коллективе и делиться личным опытом. Ответственно относится к результатам выполняемой работы.

Тематика занятий строится с учетом интересов учащихся, возможности их самовыражения. В ходе усвоения детьми содержания программы учитывается темп развития специальных умений и навыков, степень продвинутости по образовательному маршруту, уровень самостоятельности, умение работать в коллективе. Программа позволяет индивидуализировать сложные работы: более сильным детям будет интересна сложная конструкция, менее подготовленным, можно предложить работу проще. Все занятия устроены так, что каждое задание дает возможность ребенку проявлять свои творческие способности, не ограничивая свободу, воображение и фантазию.

Разнообразие профессиональных техник, художественных приемов на занятиях помогает раскрыть индивидуальные возможности и способности каждого, то есть проявить свое я, открыть себя, как личность. Главная особенность занятий - индивидуальный подход к каждому ребенку, научить их работать с разными материалами.

Занятия по программе проводятся на основе общих педагогических принципов:

- 1) Принцип доступности и последовательности предполагает построение учебного процесса от простого к сложному.
- 2) Учет возрастных особенностей – содержание и методика работы должны быть ориентированы на детей конкретного возраста.

- 3) Принцип наглядности предполагает широкое использование наглядных и дидактических пособий, технических средств обучения, делающих учебно-воспитательный процесс более эффективным.
- 4) Принцип связи теории с практикой – органичное сочетание в работе с детьми необходимых теоретических знаний и практических умений, и навыков.
- 5) Принцип результативности – в программе должно быть указано, что узнает и чему научится каждый ребенок.
- 6) Принцип актуальности предполагает максимальную приближенность содержания программы к реальным условиям жизни и деятельности детей.
- 7) Принцип деятельностного подхода – любые знания приобретаются ребенком во время активной деятельности.
- 8) Принцип культуросообразности основывается на ценностях региональной, национальной и мировой культуры, технологически реализуется по средствам культурно-средового подхода к организации деятельности в детском объединении.
- 9) Принцип гармонии простоты и красоты лежит в основе любого вида деятельности, одновременно является критерием творческой деятельности и результатом в процессе саморазвития творческих способностей.

Занятия строятся таким образом, чтобы учащиеся сознательно и активно овладевали ЗУНами, чтобы у них развивалась творческая активность и самостоятельность. Только с учетом этих принципов могут быть достигнуты высокие результаты в овладении обучающимися знаниями и практическими навыками.

Педагогические технологии, используемые по программе «Беспилотные летательные аппараты»

Технология дифференцируемого обучения способствует созданию оптимальных условий для развития интересов и способностей учащихся. Механизмом реализации являются методы индивидуального обучения.

- *Технология личностно-ориентированного обучения* – это организация воспитательного процесса на основе глубокого уважения к личности ребёнка, учёте особенностей его индивидуального развития, отношения к нему как к сознательному, полноправному и ответственному участнику образовательного процесса. Это формирование целостной, свободной, раскрепощённой личности, осознающей своё достоинство и уважающей достоинство и свободу других людей.
- *Технология проблемного обучения* ставит своей целью развитие познавательной активности и творческой самостоятельности учащихся. Механизмом реализации является

поисковые методы, приема поставки познавательных задач, поставив перед учащимися задачу, которую они выполняют, используя имеющиеся у них знания и умения.

- *Технология развивающего обучения*, при котором главной целью является создание условий для развития психологических особенностей: способностей, интересов, личностных качеств и отношений между людьми, при котором учитываются и используются закономерности развития, уровень и способности индивидуума. Под развивающим обучением понимается новый, активно-деятельный способ обучения, идущий на смену объяснительно-иллюстративному способу.
- *Технологии сотрудничества* реализуют равенство, партнерство в отношениях педагога и ребенка. Педагог и учащиеся совместно вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, сотворчества.
- *Здоровьесберегающие технологии* – создание комплексной стратегии улучшения здоровья учащихся, разработка системы мер по сохранению здоровья детей во время обучения и выработка знаний и навыков, которыми должен овладеть учащийся.
- *Информационные технологии*, использующие специальные технические информационные средства: компьютер, аудио-, видео-, теле- средства обучения.

Использование перечисленных технологий характеризует целостный образовательный процесс и является формой организации учебной и творческой деятельности, где каждый ребенок не только обеспечивается полной свободой творческой инициативы, но и нуждается в продуманной стратегии, отборе средств выражения, планировании деятельности.

Методика проведения занятия

Основные структурные элементы

- *Вступительная часть*. Показ готового изделия отдельно и в композиции
- *Подготовительная часть*. Разбор форм сложного изделия, определение его исходных форм.
- *Основная часть*. Поэтапное изготовление изделия по инструкции.
- *Заключительная часть*. Самостоятельная работа по образцу или завершение изделия, дополнение его самостоятельной фантазийной частью.

Контрольно-измерительные материалы

Раздел программы	Методы контроля
1 год обучения	

Организационный	Собеседование Анкетирование
II. Работа с природным материалом	Вопросы к беседе Карточки-задания Практическое задание. Анализ и самоанализ детских работ Наблюдение
III. Моделирование на плоскости.	Устный опрос Вопросы к беседе Практическое задание с творческим уклоном Карточки-задания
IV. Вязание крючком	Устный опрос Вопросы к беседе Практическое задание с творческим уклоном Анализ и самоанализ детских работ Карточки-задания

Эти дополнительные разработанные контрольно-измерительные материалы позволяют выстроить эффективную стратегию по развитию способностей каждого учащегося, а значит сделать для него каждое занятие продуктивным. практический (в мастерской), проектный методы.

2.6 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Список литературы, рекомендованный педагогам (коллегам) для освоения данного вида деятельности

№	Наименование
Основная	
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 (дата обращения 31.10.2016).
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 (дата обращения 31.10.2016).
3	Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/227425/ (дата обращения 31.10.2016).
4	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016).
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. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html (дата обращения 31.10.2016).
6	Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы.
Дополнительная	
7	Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
8	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/hid/rtsim/Toms.pdf (дата обращения 31.10.2016).
9	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.

10	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/aluu11_public.pdf (дата обращения 31.10.2016)
11	LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety/ (Дата обращения 20.10.15)
12	Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
13	Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021
14	Лекции от «Коптер-экспресс» https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344

2. Список литературы, рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы

1	Лекции от «Коптер-экспресс» https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344 https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0 http://alexgyver.ru/quadcopters/
---	---

3. Список литературы, рекомендованной родителям в целях расширения диапазона образовательного воздействия и помощи родителям в обучении и воспитании ребенка

1	Подборка журналов «Школа для родителей» от издательского дома МГПУ «Первое сентября» под ред. С.Соловейчика https://drive.google.com/open?id=0B_zscjiLrtypR2dId1p0T1ZGLWM
---	--

2.7 Календарно-тематический план

№	Раздел	№	Дата	Часов очно	Часо в дист -о	Лекции	Практи ка	Тема занятия
1	Введение.	1	01.09	3		3		Знакомство, беседа, обсуждение целей, индивидуальное выстраивание траектории роста.
		2	03.09	3		1	2	Знакомство с мастерской, обучение работы на оборудовании и с инструментом. Техника безопасности.
2	Раздел 1 «Теория полета летательного аппарата тяжелее воздуха»							
3	Тема 1.1 История развития летательных аппаратов.	3	05.09	3		2	1	Начало воздухоплавания.
		4	08.09	3		2	1	Проекты планера и парашюта Леонардо да Винчи.
		5	10.09	3		1	2	Воздушный шар братьев Монгольфье.
		6	12.09	3		1	2	Создание первичных коптеров и современное коптеростроение.
		7	15.09	3		2	1	Перспективы использования

								коптеров
4	Тема 1.2 Виды БПЛА. Устройство мультикоптеров	8	17.09	3		2	1	Беспилотные неуправляемые; (шары-зонды, свободные аэростаты).
		9	19.09	3		2	1	Беспилотные автоматические.
		10	22.09	3		2	1	Беспилотные дистанционно пилотируемые летательные аппараты (ДПЛА).
		11	24.09	3		2	1	Физические основы движения тел.
		12	26.09	3		2	1	Виды движения тел (поступательное, вращательное, равномерное и неравномерное).
		13	29.09	3		2	1	Основная задача механики.
		14	01.10	3		2	1	Решение ОЗМ.
		15	03.10	3		2	1	Система отсчета.
		16	06.10	3		2	1	Знакомство с системами координат и способами описания движения (координатный и векторный способы).
		17	08.10	3		1	2	Физические величины, описывающие полеты (скорость высота.
		18	10.10	3		1	2	Координаты, пройденный путь, перемещение).

		19	13.10	3		1	2	Векторы.
		20	15.10	3		1	2	Действие над векторами.
		21	17.10	3		1	2	Проекция вектора на координатные оси.
5	Тема 1.3 Теория управления БПЛА. Ручное управление коптером	22	20.10	3		1	2	Режимы.
		23	22.10	3		1	2	Ручной полет.
		24	24.10	3		1	2	Стабильный полет.
		25	27.10	3		1	2	GPS навигация.
		26	29.10	3		1	2	Управление дроном с телефона.
		27	31.10	3		1	2	Первый запуск и подготовка к нему.
		28	03.11	3		1	2	Простые маневры.
		29	05.11 07.11	3		1	2	Типичные ошибки.
6	Тема 1.4 Полётный контроллер. Аккумулятор. Двигатели. Контроллеры двигателей. Бесколлекторные моторы. Воздушный винт	30	10.11	3		1	2	Электрический ток..
		31	12.11	3		1	2	Электрические схемы, их основные элементы.
		32	14.11	3		1	2	Последовательное и параллельное соединения проводников в электросхемах.
		33	17.11	3		1	2	Датчики коптеров, их назначение; физические величины, измеряемые датчиками, единицы измерения.

		34	19.11	3		1	2	Аккумулятор коптера.
		35	21.11	3		1	2	Виды аккумуляторов, их зарядка и эксплуатация.
		36	24.11	3		1	2	Радиосигналы (электромагнитные волны), скорость их распространения в атмосфере.
		37	20.10	3		1	2	Радиопомехи
7	Раздел 2 «Разработка БПЛА»							
8	Тема 2.1 Теоретический расчет много роторных платформ. Выбор схемы	38	26.11	3		1	2	Знакомство с деталями БЛА.
		39	28.11	3			3	Знакомство с рабочей программой.
		40	01.12	3			3	Приёмы работы ручным инструментом.
		41	03.12	3			3	Техника безопасности при работе с ручным инструментом
9	Тема 2.2 Работа в 6 системах автоматизированного проектирования	42	05.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		43	08.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		44	10.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		45	12.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.

		46	15.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		47	17.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		48	19.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		49	22.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		50	24.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
		51	26.12	3			3	проектирование коптера по заданным параметрам.
10	Раздел 3 «Сборка и настройка квадрокоптера»							
11	Тема 3.1 Работа с LiPo аккумуляторами	52	29.12	3			3	Сборка корпуса квадрокоптера.
		53	14.01	3			3	Установка и подключение полетного контроллера.
		54	16.01	3			3	Подключение бесколлекторных двигателей, аккумулятора, полетного контроллера к компьютеру.
		55	19.01	3			3	Загрузка прошивки в память полетного контроллера..
		56	21.01	3			3	Установка пропеллеров

12	Тема 3.2 Техника безопасности при сборке и настройке коптеров, приподготовке к вылету	57	23.01	3			3	Знакомство с инструкцией «Безопасность полетов для квадрокоптера».
		58	26.01	3			3	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/батаре й в пульте управления;
		59	28.01	3			3	- проверка закрепленности аккумулятора в гнезде проверка работы failsafe режима и режима автовозврата не отлетая далеко от точки взлета.
	Тема 3.3 Сборка квадрокоптера. Установка и настройка полетного контроллера	60	30.01	3			3	Инструкция по сборке и настройке.
		61	02.02	3			3	Требования по технике безопасности..
		62	04.02	3			3	Электрические подключения.
		63	06.02	3			3	Комплектация конструктора,

								программируемого квадрокоптера
	Раздел 4 «Визуальное пилотирование квадрокоптера»			3			3	
	Тема 4.1 Теория ручного визуального пилотирования. Техника безопасности	64	09.02					Знание федеральных законов и местных правил, которые регулируют все вопросы, связанные с владением и управлением дронами. ВК РФ, ФАП.
	Тема 4.2 Процедуры проверки готовности. Пилотирование БПЛА визуально	65	11.02	3			3	Подготовка квадрокоптера к первому запуску.
		66	13.02	3			3	Пробный запуск без взлёта..
		67	16.02	3			3	Проверка всех узлов управления.
		68	18.02	3			3	Первый взлёт.
		69	20.02	3			3	Зависание на малой высоте.
		70	25.02	3			3	Привыкание к пульту управления
	Тема 4.3 Выполнение простейших полетных процедур. Посадка	71	27.02	3			3	Основные настройки: режим полета, максимальная скорость дрона, режимы съемки.
		72	02.03	3			3	Правило третьей. Траектории движения.
		73	04.03	3			3	Плавное перемещение объектива.

		74	06.03	3		2	1	Пролет вскользь.
		75	09.03	3		2	1	Пролет с подъёмом камеры..
		76	11.03	3		1	2	Облет.
		77	13.03	3		1	2	Следование за объектом.
		78	16.03	3		1	2	Спираль
	Раздел 5 «Пилотирование от первого лица (режим FPV)»							
	Тема 5.1 Теория FPV полётов. Оборудование передачи видео и OSD	79	18.03	3		1	2	Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.
		80	20.03	3		1	2	Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы.
	Тема 5.2 Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту	81	23.03	3		1	2	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
		82	25.03	3		1	2	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
83		27.03	3		1	2	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка	

	84	30.03	3		1	2	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	85	01.04	3		1	2	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	86	03.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	87	06.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	88	08.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	89	10.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	90	13.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	91	15.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	92	17.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	93	20.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка

	93	22.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	95	24.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	96	27.04	3			3	Выполнение простейших полетных процедур. Посадка
	97	29.04	3			3	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.
	98	04.05	3			3	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.
	99	06.05	3		3	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.
	100	08.05	3	2	1	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.
	101	11.05	3		3	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту
	102	13.05	3		3	Полётное задание и теория FPV

						пилотирования. Полёт по маршруту
103	15.05	3			3	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту
104	18.05	3			3	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту
105	20.05	3			3	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту
106	22.05	3			3	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту
107	25.05	3			3	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту
108	27.05	3			3	Полётное задание и теория FPV пилотирования. Полёт по маршруту

2.8 Приложения

Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования	Стоимость	Количество	Итого
1	Учебное (обязательное) оборудование				
1.1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	Набор для сборки квадрокоптера			
1.2	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица			
1.3	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО)	Комплект для программирования коптера			
1.4	Квадрокоптер	Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования			
1.5	Квадрокоптер с фотокамерой на гиростабилизированном подвесе	Коптер для обучение аэросъемке, настройке и обслуживанию БАС			

1.6	Конвертоплан	Конвертоплан для обучения настройке, обслуживанию и эксплуатации БАС перспективных типов			
1.7	Фотокамера	Фотокамера для установки на конвертоплан			
1.8	Учебная БАС самолетного типа	БАС для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов			
1.9	Квадрокоптер с 3 доп. аккумуляторахми, доп. зарядкой и защитой винтов	Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъёмки			
1.10	Ручка для 3D-печати	Знакомство с принципами 3D- печати			
2	Компьютерное оборудование				
2.1	Ноутбук	Работа с ПО БПЛА			
2.2	Мышь	Работа с ПК и/или ноутбуком			
2.3	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	Тумба для хранения и зарядки ноутбуков			

2.4	МФУ	Многофункциональное устройство			
2.5	Сетевой удлинитель	Сетевой удлинитель			
3	Презентационное оборудование				
3.1	LED панель	подача информационного материала			
3.2	Настенное крепление	крепление LED панели			
4	Расходные материалы и запасные части				
5	Мебель				
5.1	Комплект мебели	Размещение учеников в учебном кабинете			
5.2	Светильник настольный галогеновый	Освещение			
5.3	Корзины для мусора	Сбор мусора и прочих непищевых отходов			

Правила выбора темы проекта

Способы решения проблем начинающими исследователями во многом зависят от выбранной темы. Надо помочь детям найти все пути, ведущие к достижению цели, выделить общепринятые, общеизвестные и нестандартные, альтернативные; сделать выбор, оценив эффективность каждого способа.

Правило 1. Тема должна быть интересна ребенку, должна увлекать его. Исследовательская работа эффективна только на добровольной основе. Тема, навязанная ученику, какой бы важной она ни казалась взрослым, не даст должного эффекта.

Правило 2. Тема должна быть выполнима, решение ее должно быть полезно участникам исследования. Натолкнуть ребенка на ту идею, в которой он максимально реализуется как исследователь, раскроет лучшие стороны своего интеллекта, получит новые полезные знания, умения и навыки, – сложная, но необходимая задача для педагога.

Правило 3. Тема должна быть оригинальной с элементами неожиданности, необычности. Оригинальность следует понимать, как способность нестандартно смотреть на традиционные предметы и явления.

Правило 4. Тема должна быть такой, чтобы работа могла быть выполнена относительно быстро. Способность долго концентрировать собственное внимание на одном объекте, т. е. долговременно, целеустремленно работать в одном направлении, у школьника ограничена.

Правило 5. Тема должна быть доступной. Она должна соответствовать возрастным особенностям детей. Это касается не только выбора темы исследования, но и формулировки и отбора материала для ее решения. Одна и та же проблема может решаться разными возрастными группами на различных этапах обучения.

Правило 6. Сочетание желаний и возможностей. Выбирая тему, педагог должен учесть наличие требуемых средств и материалов – исследовательской базы. Ее отсутствие, невозможность собрать необходимые данные обычно приводят к поверхностному решению, порождают "пустословие". Это мешает развитию критического мышления, основанного на доказательном исследовании и надежных знаниях.

Правило 7. С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы

ситуативны. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

Примерные темы проектов:

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг Кванториума.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Применение квадрокоптеров в ГеоКвантуме.
7. Проектирование квадрокоптера-транспортника.
8. Автономный полет по заданной траектории с использованием ИИ.
9. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
10. Квадрокоптер – лучший друг Робоквантума.

Пример кейса

Аэросъемка «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»

Описание реальной ситуации (кейса)

Мы работаем в администрации технопарка и нам необходимо набрать красочные и интересные материалы для сайта, чтобы привлечь больше клиентов и компаний. Также многие резиденты технопарка жалуются, что, учитывая большую территорию технопарка, они до сих пор не знают, как он выглядит целиком, отсутствует навигация по территории технопарка. В дополнение необходимо определить точную площадь территории технопарка.

Общие вопросы

- Что такое БПЛА?
- Как устроен и работает БПЛА?
- Какие данные он позволяет получить?
- Чем аэросъемка с БПЛА отличается от космической съемки?

Термины:

- Аэросъемка
- Носители и полезная нагрузка
- Классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- Высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- Фотомозаика
- Ортофотоплан

Материалы:

- Компьютер
- Интернет
- Архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (AgisoftPhotoscan)
- Квадрокоптер
- Фотоаппарат
- Штатив
- Google Maps

- Квадрокоптер с устройством аэрофотосъемки