

Управление образования
администрации городского округа город Выкса

**Муниципальное автономное учреждение дополнительного
образования «Центр молодежных инженерных и научных
компетенций «Квант ОМК»**

Программа принята
на педагогическом совете
протокол № 1 от «12» января 2026г.

Утверждаю директор
МАУ ДО « ЦМИиНК «Квант ОМК»
Блинова А.Н.
Приказ № 3 от «12» января 2026 г.

Дополнительная общеобразовательная
(общеразвивающая) программа
«Квантодрон: инженерия будущего»

Направленность – техническая

Возраст детей с 12 – 15 лет

Срок реализации – 16 часов

Автор-составитель:
Пышкин М.А.
педагог дополнительного образования

г.о.г. Выкса
Нижегородская область
2026

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа **«Квантодрон: инженерия будущего»** (далее – Программа) направлена на профессиональную ориентацию учащихся в сфере инженерно-технологических специальностей. Высокотехнологичная экономика формирует спрос на специалистов, обладающих высоким интеллектом и развитыми творческими способностями в современных областях науки и техники. В связи с этим в последние годы значительно увеличился интерес к аэротехнологиям, принципам проектирования беспилотных летательных средств, основам пилотирования, аэросъёмки, программированию полётной микроэлектроники. Данная учебная программа интересна тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. Занимаясь по данной программе, учащиеся должны получить знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия.

Программа технической направленности направлена на развитие у учащихся интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность.

После освоения программы, учащиеся, имея основу из полученных знаний и умений, смогут самостоятельно заниматься совершенствованием собственных навыков по сборке, программированию и пилотированию, что позволит самостоятельно продолжить проектно-конструкторскую деятельность в будущем.

Программа разработана в соответствии со следующими **нормативными документами:**

- Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.

- Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р.

- Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей».

- Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

- СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологическими требованиями к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиеническими нормативами и требованиями к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

- Устав МАУ ДО «ЦМИиНК «Квант ОМК».

- Локальные акты МАУ ДО «ЦМИиНК «Квант ОМК».

Новизна

Данная программа интересна тем, что совмещает в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

1. *Фокус на современные технологии:* Программа ориентирована на ознакомление с последними достижениями в сфере малых беспилотных воздушных судов, позволяя ребятам знакомиться с новыми технологиями и инновационными решениями в области авиации.

2. *Практикоориентированный подход:* Акцент сделан на практике, что даёт учащимся реальные навыки работы с современными устройствами и оборудованием, необходимыми для успешной карьеры в будущем.

3. *Комбинированный подход:* Объединяя теорию и практику, ученики смогут глубже понять принципы работы дронов, научиться техническому обслуживанию и эксплуатации беспилотных систем.

Актуальность программы

1. *Рост спроса на профессию оператора БАС:* с развитием рынка беспилотных технологий появляется потребность в квалифицированных специалистах, умеющих управлять такими системами и обеспечивать их эксплуатацию.

2. *Перспективы трудоустройства:* полученные знания и навыки открывают доступ к востребованным профессиям в областях гражданской авиации, сельского хозяйства, картографии, строительства и многих других сфер.

3. *Стратегический приоритет государства:* государства активно поддерживают внедрение беспилотных технологий, инвестируя средства в подготовку кадров и развитие инфраструктуры. Учащиеся смогут внести вклад в развитие национальной экономики и технологий.

Дополнительные преимущества программы:

- стимулирует интерес к научно-техническому творчеству и инженерии;
- повышает цифровую грамотность молодежи;
- создает базу для дальнейшего профессионального самоопределения.

Таким образом, данная программа обеспечивает уникальное сочетание академической подготовки и прикладных навыков, делая образование актуальным и привлекательным для современного поколения молодых инженеров

Педагогическая целесообразность программы

Дополнительная общеобразовательная программа «Квантодрон: инженерия будущего» направлена на реализацию важнейших педагогических задач:

1. *Формирование познавательного интереса:* Работа с высокотехнологичными устройствами, такими как беспилотные аппараты, привлекает и удерживает внимание подростков, стимулируя исследовательский дух и желание углублять свои знания.

2. *Комплексное развитие компетенций:* Программа охватывает сразу несколько областей знаний: физику, электротехнику, компьютерные науки, проектирование и управление. Таким образом, ребята развивают целый спектр профессиональных навыков.

3. *Развитие критического мышления и творчества:* Дети учатся решать нестандартные задачи, применять полученные знания на практике, экспериментировать и придумывать оригинальные идеи.

4.Повышение престижа российского образования: Использование отечественной элементной базы и образцов отечественного производства в обучении укрепляет представление об успехах российской инженерии и способствует формированию национального самосознания.

Отличительные особенности программы

Среди множества существующих курсов и программ дополнительная образовательная программа «Квантодрон: инженерия будущего» выделяется несколькими важными особенностями:

1.Современный подход к обучению: Интерактивные лекции, практика на реальных устройствах, игровые сценарии, исследования и творческие проекты делают процесс увлекательным и захватывающим.

2.Проектная направленность: Основной формой обучения является проектная деятельность, что позволяет ребенку почувствовать себя настоящим инженером-разработчиком и испытать радость от воплощения собственной идеи.

3.Высокая практичность: Ребята не просто слушают теории, а собирают модели, программируют и управляют ими. Такие занятия формируют глубокое понимание процессов и придают процессу особое значение.

4.Социальная полезность: Проекты и мероприятия, проводимые в рамках программы, имеют общественно значимый характер, что дополнительно мотивирует детей к достижению высоких результатов.

Адресат программы. Возраст учащихся, на который ориентирована программа, от 12 до 15 лет. В объединении могут обучаться как девочки, так и мальчики без степени предварительной подготовки и уровня образования и без наличия способностей, но имеющих желание овладеть знаниями и техникой игры в шахматы. Количественный состав объединения – от 10 человек. Состав коллектива постоянный.

Зачисление учащихся на обучение по программе «Квантодрон: инженерия будущего» осуществляется на основании заявления родителей (законных представителей), согласия на обработку персональных данных, копии свидетельства о рождении.

Запись на дополнительную общеобразовательную общеразвивающую программу осуществляется через систему заявок на сайте «Навигатор дополнительного образования детей Нижегородской области»

Основанием для отчисления являются смена места жительства, другие основания в соответствии с положением о правилах приема, перевода, отчисления и восстановления учащихся МАУ ДО « ЦМИиНК «Квант ОМК».

Программа предусматривает возможность обучения **детей с особыми образовательными потребностями:** детей с высокой мотивацией к предметной области программы, талантливых детей и детей, находящихся в трудной жизненной ситуации.

Объем и срок освоения программы.

Программа рассчитана на 72 часа стартового уровня. Занятия проходят 1 раз в неделю по 2 академических часа (академический час 45 мин.) Занятия построены по принципу 45 минут работы, 10 минут отдыха или смены деятельности.

Форма обучения: очная.

Уровень обучения: стартовый

Особенности организации образовательного процесса в программе «Квантодрон: инженерия будущего» направлены на максимальное раскрытие потенциала учащихся и обеспечение качественного усвоения материала. Этапы и особенности образовательного процесса включают:

Теоретическая подготовка: ознакомление с основными понятиями и принципами работы беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Изучение истории развития беспилотных технологий и перспективы их применения. Базовые курсы по аэродинамике, физике полета и элементам радиоэлектроники.

Практическая работа: сборка простых моделей беспилотников и настройка базовых функций. Выполнение индивидуальных и групповых проектов по созданию оригинальных прототипов. Опыт работы с микроконтроллерами и системой навигации.

Проекты и соревнования: участие в конкурсах и соревнованиях по пилотированию и строительству беспилотников. Презентация созданных моделей и отчетов о проектах.

Экскурсии и встречи с профессионалами: посещение предприятий и лабораторий, занимающихся разработкой беспилотных технологий. Встречи с ведущими специалистами отрасли, получение рекомендаций и советов.

Форма проведения занятий. Основная форма занятий — смешанное обучение (blended learning):

Часть занятий проводится очно, включая мастер-классы и практические работы. Другая часть — дистанционная, включающая просмотр видеоуроков, выполнение тестов и проектов удаленно. Особое внимание уделено индивидуальному подходу, исходя из интересов и потребностей каждого участника.

Критерии оценки:

Оценка эффективности программы основана на нескольких критериях:

- Качество выполнения проектов и самостоятельных работ.
- Активность и заинтересованность учащихся в занятиях.
- Степень готовности выпускных проектов.
- Уровень приобретенных навыков и знаний.

Организационные аспекты: педагог проходит специальную подготовку для ведения занятий по данному курсу. Все участники программы обязаны соблюдать правила техники безопасности и охраны труда.

Такая структура и особенности организации образовательного процесса позволяют создавать качественные условия для успешного освоения программы и активного развития навыков, необходимых будущим специалистам в области беспилотных технологий.

Особенности организации образовательного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Обучение с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий — это занятия с использованием бесплатных информационных ресурсов, с изучением учебного материала, с использованием учебных пособий, занятия в домашней обстановке с обратной связью через электронную почту, Телеграмм, через группы ВКонтакте, путем размещения ресурсов, заданий на сайте учреждения.

При организации образовательного процесса и применением дистанционных образовательных технологий учитываются возрастные особенности обучающихся, а также:

- степень участия родителей;
- формы работы и виды деятельности, с которыми ребенок может справиться самостоятельно;
- требования СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях».

Продолжительность online -занятий, а также время самостоятельной работы обучающихся младшего школьного возраста за компьютером, планшетом или другим электронным носителем не должна превышать 20-25 минут. Продолжительность online – занятия для обучающихся среднего и старшего возраста – 30-40 минут.

В календарно-тематический план вносятся коррективы: производится отбор и определение тем и разделов программы для реализации с учетом применения дистанционных образовательных технологий.

При организации обучения используются различные средства обучения, специализированные ресурсы сети «Интернет» в соответствии с целями и задачами дополнительной общеобразовательной(общеразвивающей) программы.

Для организации практической деятельности учащимся предлагается выполнить комплекс практических упражнений, заданий. При организации занятия рекомендуется не ограничивать общение учащимися перепиской и размещенными в сети материалами для изучения. Важно не терять контакт с детьми и поддерживать мотивацию, организовывать занятия в формате видеоконференций, предоставлять учащимся возможность индивидуальной консультации (социальные сети, телефон, мессенджеры).

Для изучения нового материала рекомендуется использовать тексты, видеоматериалы образовательных платформ, серверы для проведения видеозанятий, online – консультаций. Изучение теоретического материала организовывать различными способами:

- использовать готовые видео – лекции, видео – упражнения;
- проведение занятий в режиме online;
- размещение презентаций и текстовых документов в сети Интернет.

К каждому теоретическому разделу подготовить вопросы для самоконтроля и закрепления материала.

Важными компонентами эффективного занятия являются создание благоприятного эмоционального фона, психологического комфорта, ситуации успеха, обеспечение личностно-ориентированного и дифференцированного подхода к учащимся.

Педагог может рассмотреть возможность записи занятия на цифровой носитель для формирования и накопления «Банка видео-занятий» для дальнейшего использования в образовательном процессе.

Цель программы — развитие интереса к технологиям робототехники, авиации и инновационных инженерных решений через освоение основ конструирования, программирования и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

Реализация поставленных целей предполагает решение ряда **задач**:

Образовательные задачи:

- приобретение знаний о строении и принципах работы беспилотных летательных аппаратов (БЛА);
- обучение методикам и навыкам конструирования и технического обслуживания БЛА;
- знакомство с основами электроники, схемотехники и программирования контроллеров;
- освоение правил безопасности при эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС).

Развивающие задачи:

- развитие способности к постановке учебных задач и самостоятельному планированию последовательности действий;
- формирование навыков самостоятельного поиска необходимой информации;
- развитие навыков публичного выступления и эффективной коммуникации;
- повышение уровня аккуратности и точности при выполнении работ;
- стимулирование творческого и нестандартного мышления.

Воспитательные задачи:

- воспитание дисциплины и ответственности при выполнении заданий;
- закрепление понимания важности внимательного отношения к своей работе и окружающим людям;
- поддержка инициативности и самодостаточности в принятии решений;
- создание условий для развития коллективного духа и продуктивного взаимодействия внутри команды.

Ожидаемые результаты освоения программы:

Образовательные результаты:

- систематизированные знания о функционировании беспилотных устройств;
- сформированные навыки самостоятельной разработки и технической поддержки БЛА;
- понимание основ программирования и электронной схемы;
- знание норм безопасности при управлении беспилотником.

Развивающие результаты:

- сформированность навыков постановки учебных задач и планирования их решения;
- развитый навык поиска и анализа нужной информации;
- уверенное выступление перед аудиторией и участие в дискуссиях;
- умение выполнять работу качественно и точно;
- наличие творческих и нестандартных подходов к решению проблем.

Воспитательные результаты:

- сознательное выполнение обязанностей и контроль над качеством выполняемой работы;
- высокий уровень ответственности и дисциплинированности;

- стремление к самостоятельности и инициативе;
- эффективное взаимодействие в группе и уважительное общение с коллегами.

Обучение по программе «Квантодрон: инженерия будущего» имеет мощный **воспитательный потенциал**, способствуя развитию важных личностных качеств и ценностей у обучающихся.

1. Формирование патриотизма и гордости за достижения отечественной науки и техники. Знакомство с историей авиационной промышленности России позволит подросткам осознать значимость отечественных разработок и вклада нашей страны в мировое техническое наследие.

2. Развитие лидерских качеств и ответственности. Участие в проектной работе и организации соревнований способствует формированию умения брать ответственность за собственные решения, проявлять инициативу и уверенность в себе.

3. Привитие чувства уважения к труду и упорству. Сборка сложных конструкций и решение технических задач требует терпения, внимательности и настойчивости, формируя уважение к своему и чужому труду.

4. Повышение уровня самооценки и уверенности в себе. Осваивая новые технологии и добиваясь успехов в практической деятельности, дети получают позитивный опыт достижений, повышая свою самооценку и веру в себя.

5. Расширение кругозора и формирование междисциплинарного подхода. Программы подобного рода объединяют знания физики, математики, информатики и даже искусства, помогая школьникам увидеть взаимосвязанность наук и важность комплексного взгляда на мир.

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов	Количество часов			Формы контроля и аттестации
		Всего	Теория	Практика	
1.	Введение. Теория беспилотных летательных аппаратов	2	1	1	беседа наблюдение
2.	Основы электричества, основы пайки	4	1	3	наблюдение анализ выполнения учащимися учебных заданий
3.	Устройство и принцип работы квадрокоптера	2	1	1	
4.	Сборка и настройка квадрокоптера	4	1	3	
5.	Пилотирование	2	1	1	
6.	Итоговая аттестация.	2	-	2	соревнования
	Итого:	16	5	11	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Введение. Теория беспилотных летательных аппаратов

Теория. Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Устройство и принцип работы универсальной системы радиоуправления. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Принципы управления и строение мультикоптеров. Принципы управления мультироторными системами. Основные элементы мультикоптера. Различия конструкций мультикоптеров. Принципы управления и строение БПЛА на базе самолета. Принципы управления самолета. Основные элементы БПЛА на базе самолета. Преимущества и недостатки по сравнению с мультикоптером. Основы техники безопасности полётов.

Практика. Полет на хобби-квадрокоптерах/симуляторах. Задания, демонстрирующие законы аэродинамики в действии.

2. Основы электричества, основы пайки

Теория. Электронные компоненты мультироторных 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. Принципы пайки электронных компонентов.

Практика. Пайка электронных компонентов мультироторных систем.

3. Устройство и принцип работы квадрокоптера

Теория. 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 их функционирования. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики.

Практика. Изучение имеющихся образцов и наглядная демонстрация их работы.

4. Сборка и настройка квадрокоптера

Теория. Изучение интерфейса и функционала программного обеспечения QGroundControl – программное обеспечение, необходимое для прошивки, настройки и калибровки полетного контроллера «СОЕХ Клевер 4».

Практика. Сборка и настройка Конструктора программируемого квадрокоптера «СОЕХ Клевер 4».

5. Пилотирование

Теория. Инструктаж перед первыми учебными полётами.

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

6. Итоговая аттестация.

Практика. Участие в соревнованиях по управлению дронами.

Календарный учебный график

№ п/п	№ темы	Тема занятия	Всего часов	Форма аттестации/ контроля	Дата изучения
1	1	Ведение. Правила ТБ, ПБ. Изучение истории авиации. Изготовление метательного планера: сборка, первый запуск Запуск метательного планера.	2	Контрольные вопросы	
2	2	Основы электричества. Электрический заряд, ток, сопротивление и напряжение. Закон Ома. Изучение технологий пайки. Изготовление монтажной платы: разметка и сверление отверстий. Монтаж проводов в монтажную плату. Лужение проводов в монтажной плате.	2	Контрольное задание	
3	2	Изучение способов соединения проводов. Пайка электрической схемы №1. Пайка электрической схемы №2. Пайка электрической схемы №3.	2	Контрольные вопросы	
4	3	Изучение видов и схем квадрокоптера. Изучение основных компонентов квадрокоптера. Изучение полётного контроллера и ПО. Полёты на авиационном симуляторе.	2	Контрольные вопросы	
5	4	Изучения комплектации наборов Клевер. Сборка подножек квадрокоптера. Сборка рамы квадрокоптера. Установка моторов и платы питания на	2	Контрольное задание	

		квадрокоптер. Установка площадки и органов управления.			
6	4	Знакомство с программным обеспечением. Прошивка контроллера. Установка и настройка. Калибровка контроллера. Установка светодиодной ленты Установка одноплатного компьютера. Сборка и установка защитной рамки винтокрылой группы. Установка АКБ холдера и проверка всей системы.	2	Контрольное задание	
7	5	Ведение. Правила ТБ, ПБ, при управлении и обсаживании БВС. Полёты на учебном квадрокоптере.	2	Контрольное задание	
8	6	Итоговая аттестация.	2	Соревнования	

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Особенности организации учебного процесса и учебных занятий

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей.

При проведении занятий используют различные **формы**: лекции, практические работы, беседы, конференции, конкурсы, игры, викторины, проектная и исследовательская деятельность.

При проведении занятий используются **технологии**: дифференцированного обучения, теории решения изобретательских задач, развития критического мышления и др.

Методы обучения:

- объяснительно-иллюстративный метод;
- репродуктивный метод;
- метод проблемного изложения;
- частично поисковый, или эвристический метод;
- исследовательский метод.

В каждом из последующих методов степень активности и самостоятельности в деятельности обучаемых нарастает.

Формы обучения

Исходя из характера совместной деятельности педагога и учащихся используются следующие формы обучения:

- фронтальная
- групповая
- парная
- индивидуальная

Итоги реализации программы могут подводиться в следующих формах: мини-конференция по защите проектов, выставка, внутригрупповой конкурс (соревнования), презентация (самопрезентация) проектов учащихся и др. Кроме того, проводится выходное тестирование учащихся с целью отбора в проектные команды на постоянной основе.

Формы фиксации образовательных результатов

Для фиксации образовательных результатов в рамках курса используются:

- портфолио работ учащихся;
- отзывы учащихся по итогам занятий и итогам обучения.

Формы подведения итогов реализации программы

- педагогическое наблюдение;
- педагогический анализ выполнения учащимися учебных заданий;
- защита проектов;
- активность обучающихся на занятиях и т.п.

Формы и виды контроля

Виды контроля:

- *Предварительный (входной) контроль.*

Формы: проведение входного теста, викторины.

- *Текущий контроль* – проводится в процессе всего учебного года с целью систематической проверки образовательных достижений учащихся.

Формы текущего контроля: устные опросы, анкетирование, тестирование, конкурсы работ в процессе изучения раздела.

- *Промежуточная аттестация* осуществляется один раз в год по завершении изучения программы или по завершении изучения отдельного модуля программы.

Формы: защита итогового проекта за пройденный курс обучения в конце года или очная защита своего проекта на конкурсе областного значения.

При выполнении практических работ планируется наблюдение на протяжении курса обучения и организация самостоятельной работы при разработке своих проектов.

По окончании курса учащиеся должны овладеть необходимыми навыками работы с компьютером и уметь применять приобретённый опыт в разработке самостоятельных проектов.

По окончании учебного года/уровня программы проводится диагностика результативности освоения учащимися пройденного содержания программы с целью определения степени ее усвоения каждым ребенком. В основе диагностики лежат оцениваемые параметры. Результативность освоения программы делится на 3 уровня, выражающимися определенным количеством баллов: низкий - 1, средний - 5 баллов, высокий - 10 баллов (Приложение 1).

Подведение итогов реализации программы

В соответствии с календарно-тематическим планом в конце учебного года проводится итоговая аттестация обучающихся в форме презентации итоговых проектов.

Сведения о проведении и результатах итоговой аттестации, обучающихся фиксируются педагогом в журнале учета работы педагога дополнительного образования.

По окончании обучения, обучающиеся получают свидетельства об освоении базового модуля дополнительной образовательной программы «Квантодрон: инженерия будущего». Обучающиеся с высоким и средним уровнем освоения программы получают рекомендацию к обучению на углубленном модуле по программе «Квантодрон: инженерия будущего».

Материально техническое обеспечение

№ п/п	Наименование	Назначение/краткое описание функционала оборудования	Кол. шт.
1	Учебное оборудование		
1.1	Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы)	Набор для сборки квадрокоптера	7
1.2	Квадрокоптер	Квадрокоптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования	3
1.3	Комплект для FPV-полетов (камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)	Комплект для полетов от первого лица	2

1.4	Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (микрокомпьютер, цифровая видеокамера, ПО)	Комплект для программирования коптера	7
2	Компьютерное оборудование		

2.1	Ноутбук	Работа с ПО БПЛА	7
2.2	Мышь	Работа с ПК и/или ноутбуком	7
2.3	МФУ	Многофункциональное устройство	1
2.4	Интерактивная доска	Подача информационного материала	
2.5	Кабель для симулятора полетов	Работа с симулятором визуальных и FPV полетов	
3	Мебель		
3.1	Комплект мебели	Размещение учеников в учебном кабинете	7
3.2	Стол для пайки	Пайка компонентов БПЛА,	1
3.3	Светильник настольный – лупа	Освещение	1
3.4	Корзины для мусора	Сбор мусора и прочих непищевых отходов	1
4	Инструмент		
4.1	Паяльный набор (паяльник, припой, канифоль, перчатки, очки)	Пайка проводов и компонентов БПЛА	2
4.2	Набор ручного инструмента (пассатижи, бокорезы, пинцет, канцелярский нож)	Приспособления для более удобной пайки	2
4.3	Набор инструмента для обработки деталей (надфили, канцелярский нож, металлическая линейка)	Раскрой и обработка листовых материалов для создания собственных деталей БПЛА	2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы для педагога:

1. Андреев А.А., Голованова Н.Ф. *Основы конструирования и расчета беспилотных летательных аппаратов*. Москва: МГТУ ГА, 2018 г.
2. Александров Е.В. *Радиоуправляемые модели самолетов и вертолетов*. СПб.: Политехника, 2017 г.
3. Берсенев Ю.И. *Модели самолётов и вертолетов*. М.: Издательство АСТ, 2019 г.
4. Васильев А.Н. *Электроника и схемотехника для начинающих*. СПб.: Наука и техника, 2020 г.
5. Дмитриева О.М. *Робототехника и программирование в образовании*. Москва: Академия, 2021 г.
6. Евдокимов В.С. *Практическое руководство по радиоэлектронике*. М.: Солон-Пресс, 2022 г.
7. Калинин В.Г. *Конструирование миниатюрных беспилотных летательных аппаратов*. СПб.: Ленанд, 2020 г.
8. Макаров В.П. *Методология преподавания робототехники и автоматизации*. Новосибирск: НГУ, 2021 г.
9. Савельев И.Е. *Экспериментальное введение в радиотехнику*. М.: Техносфера, 2022 г.
10. Шляхтин А.Б. *Материалы и оборудование для моделирования и конструирования*. Самара: Самарский университет, 2021 г.

Рекомендуемая литература для учащихся и родителей:

1. Ахтырченко В.Ю. *Первые шаги в робототехнике*. СПб.: Питер, 2020 г.
2. Васильков Н.К. *Начала радиоэлектроники*. Москва: Альянс, 2021 г.
3. Горшков А.Л. *Летательные аппараты глазами юного конструктора*. СПб.: Речь, 2022 г.
4. Дмитриев П.Н. *Мир роботов и автоматики*. М.: Просвещение, 2021 г.
5. Калашникова Э.В. *Что такое беспилотники и зачем они нужны*. Ростов-на-Дону: Феникс, 2022 г.
6. Лапшин И.А. *Профессия будущего: инженер-конструктор беспилотных аппаратов*. М.: Мир, 2021 г.
7. Литвиненко В.В. *Азбука электроники*. СПб.: Невский проспект, 2020 г.
8. Любимов А.Н. *Первый полет: как собрать собственный беспилотник*. СПб.: Эксмо, 2022 г.
9. Панферов В.В. *Собери свой первый квадрокоптер*. Москва: Росмэн, 2021 г.
10. Смирнова А.А. *Путеводитель в мире беспилотных технологий*. СПб.: Весь Петербург, 2022 г.

Диагностика результативности освоения дополнительной общеразвивающей программы

«Квантодрон: инженерия будущего»

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Число баллов	Методы диагностики
Предметные результаты				
Теоретические знания по истории, применению и устройству беспилотников	Соответствие теоретических знаний учащегося программным требованиям	Учащийся демонстрирует знание теории, но не применяет эти знания в практической деятельности	1	тестирование
		Учащийся демонстрирует знание теории, применяет эти знания в практической деятельности	5	
		Учащийся демонстрирует знание теоретических фактов, применяет эти знания в практической деятельности, в незнакомых условиях	10	
Владение знаниями по строению БПЛА	Осмысленность и правильность использования специальной терминологии по элементам и узлам БПЛА	Учащийся знает отдельные специальные термины, но избегает их употреблять	1	тестирование
		Учащийся сочетает специальную терминологию с бытовой	5	
		Учащийся специальные термины употребляет осознанно и в полном соответствии с их содержанием	10	
Практические умения и навыки пайки, электромонтажа, механической сборки	Применение практических умений и навыков при решении задач	Учащийся демонстрирует полученные умения и навыки, но не применяет их в практической деятельности	1	практическая работа
		Учащийся демонстрирует полученные умения и навыки, применяет их в практической деятельности	5	
		Учащийся демонстрирует полученные умения и навыки, применяет в практической деятельности, в незнакомых условиях	10	

Владение навыками пилотирования БПЛА	Отсутствие затруднений в пилотировании	Испытывает серьезные затруднения при пилотировании	1	Контрольное задание
		Производит полёт с подсказками педагога	5	
		Производит визуальный полёт, не испытывает особых затруднений	10	
Метапредметные результаты				
Умение осуществлять учебно-исследовательскую проектную работу	Проявление интереса, готовности и самостоятельности в проектной деятельности	Не проявляет никакого интереса и готовности к исследовательской проектной деятельности, только при напоминании и контроле со стороны педагога	1	Участие в научно-практических конференциях с докладами, сообщениями об исследованиях по профилю деятельности
		Проявляет интерес и готовность к исследовательской проектной деятельности эпизодически, нуждается в помощи и поддержке педагога	5	
		Всегда с готовностью и интересом берется за разработку и выполнение любого проекта. Проявляет в этом большую заинтересованность и самостоятельность	10	
Умение слушать и слышать педагога	Адекватность восприятия информации, идущей от педагога	Учащийся испытывает серьезные затруднения в концентрации внимания, с трудом воспринимает учебную информацию	1	наблюдение
		Слушает и слышит педагога, воспринимает учебную информацию при напоминании и контроле, иногда принимает во внимание мнение других	5	
		Учащийся сосредоточен, внимателен, слушает и слышит педагога, адекватно воспринимает информацию, уважает мнения других	10	
Навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности.	Соответствие реальных навыков соблюдения правил безопасности программным требованиям	Учащийся овладел менее чем ½ объема навыков	1	Наблюдение
		В целом освоил, но допускает ошибки	5	
		Освоил весь объем навыков, предусмотренных программой за конкретный период	10	

Личностные результаты				
Терпение	Способность выдерживать определенные нагрузки в течение определенного времени, преодолевать трудности	Терпения хватает меньше, чем на ½ занятия	1	Наблюдение Методика Е.П. Ильиным и Е.К. Фешенко
		Терпения хватает больше, чем на ½ занятия	5	
		Терпения хватает на все занятие	10	
Воля	Способность активно побуждать себя к практическим действиям, доводить начатое до конца	Волевые усилия учащегося побуждаются извне	1	наблюдение
		Волевые усилия учащегося побуждаются самим ребенком иногда	5	
		Волевые усилия учащегося побуждаются самим ребенком всегда	10	
Конфликтность	Отношение учащегося к столкновению интересов, способность занять определенную позицию в конфликтной ситуации	Периодически провоцирует конфликты	1	Опросник «Оценка собственного поведения в конфликтной ситуации» Наблюдение
		Сам в конфликтах не участвует, старается их избежать	5	
		Пытается самостоятельно уладить возникающие конфликты	10	
Внимательность при выполнении практических задач	Способность удерживать внимания в течение всего занятия	Внимание удерживает менее половины занятия	1	Наблюдение
		Требуется поддержка внимания педагогом	5	
		Всегда внимателен при выполнении заданий	10	

Низкий уровень: 11-45 баллов

Средний уровень: 46-90 баллов

Высокий уровень: 91-110 баллов