

**Управление образования администрации
Тамбовского муниципального округа**

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Горельская средняя общеобразовательная школа»**

Рассмотрена на заседании Методического совета школы и рекомендована к утверждению Протокол № 1 от 29 августа 2024 года Руководитель МС _____ Г.Н.Мещерякова	Утверждена Приказ № 447 от 30 августа 2024г Директор школы _____ Е.И. Колодина
---	--

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа технической направленности
«Аэроквантум»**

Уровень освоения: базовый
Возраст учащихся: 15-17 лет

Срок реализации: 1 года

Автор-составитель:
Ломов Валерий Владимирович, педагог
дополнительного образования

С. Кузьмино-Гать,
2024 год

Информационная карта

1. Организация	Филиал муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Горельская средняя общеобразовательная» в селе Кузьмино-Гать
2. Полное название программы	Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Аэроквантум»
3. Ф.И.О., должность автора-составителя	Ломов Валерий Владимирович, педагог дополнительного образования
4. Сведения о программе:	
4.1. Нормативная база	<ul style="list-style-type: none"> - Федеральный закон от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; - распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 г. № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»; - приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 г. № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей» (ред. от 21.04.2023); - распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 г. № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года»; - приказ Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»; - письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 №09-3242 «О направлении информации» (методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) (разработанные Минобрнауки России совместно с ГАОУ ВО «Московский государственный педагогический университет», ФГАУ

	<p>«Федеральный институт развития образования», АНО ДПО «Открытое образование», 2015г.);</p> <p>- постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020г. №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;</p> <p>- постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685 - 21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (разд. VI Гигиенические нормативы по устройству, содержанию и режиму работы организаций воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»);</p> <p>- Устав Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Горельская средняя общеобразовательная школа».</p>
4.2. Область применения	дополнительное образование
4.3. Вид программы	модифицированная
4.4. Тип программы	общеразвивающая
4.5. Направленность деятельности	техническая
4.6. Способ освоения содержания образования	практический
4.7. Уровень освоения программы	базовый
4.8. Форма реализации программы	групповая
4.9. Продолжительность реализации программы	1 года

Блок 1. Комплекс основных характеристик дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы.

1.1. Пояснительная записка.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Аэроквантум» ориентирована на развитие у учащихся интереса к конструированию, моделированию и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Направленность программы: техническая.

Уровень освоения программы: базовый.

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.

Новизна программы заключается в том, что она позволяет не только обучать учащегося моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить 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 её освоения учащиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также освоить управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у учащихся (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у учащихся целостную систему знаний, умений и навыков.

К основным **отличительным особенностям** настоящей программы относятся:

- 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. В реализации программы участвуют учащиеся среднего и старшего школьного возраста (15-17 лет). Принимаются все желающие, не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.

Объём и срок освоения программы. Общее количество учебных часов, необходимых для освоения программы, составляет 72 часа. Срок реализации программы – 1 год.

Форма обучения: очная. Программа предусматривает 2 вида занятий: теоретические и практические.

Особенности организации учебного процесса. Содержание программы построено с учётом возрастных особенностей учащихся. Освоить курс программы способны все желающие, без ограничения и предварительного отбора. Это позволяет строить занятия в соответствии с познавательными и практическими возможностями учащихся, согласно их возрасту.

Состав группы. Обучение проводится в группе постоянного состава, сформированной в объединение из учащихся разного возраста. Наполняемость группы – 10-12 человек. Любой ученик имеет право быть зачисленным в состав учебной группы. Набор в группу проводится независимо от уровня подготовки и пола учащегося.

Режим занятий. Занятия проводятся во внеурочное время, один раз в неделю. Продолжительность занятий – 2 академических часа с перерывом между занятиями 10 минут.

1.2. Методические условия реализации программы.

Образовательный процесс по программе дополнительного образования осуществляется в очной форме через учебное занятие.

Методы обучения и воспитания. Для освоения содержания программы используются репродуктивные и продуктивные методы обучения: словесный, наглядный, практический, объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, частично-поисковый, игровой. Методы воспитания:

- методы организации деятельности и формирования опыта общественного поведения;
- методы формирования сознания;
- методы стимулирования и мотивации;
- методы контроля, самоконтроля и самооценки, тестирование, анализ результатов деятельности.

Методика проведения занятий предполагает постоянное создание ситуаций успешности, радости от преодоления трудностей в освоении изучаемого материала и при выполнении творческих работ. Этому способствуют совместные обсуждения технологии выполнения заданий, изделий, а также поощрение,

создание положительной мотивации, актуализация интереса, выставки работ, конкурсы.

Важными условиями творческого самовыражения учащихся выступают реализуемые в педагогических технологиях идеи свободы выбора. Учащимся предоставляется право выбора творческих работ и форм их выполнения.

Формы организации образовательного процесса. Содержание программы предполагает большой спектр возможностей в формах организации образовательного процесса: индивидуальная, индивидуально-групповая и групповая формы работы в рамках одного занятия. 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 учащимся 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*), разновидность мастер-классов, где учащимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда учащиеся синхронно работают под контролем педагога;

- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых учащиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;

- самостоятельная работа, когда учащиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.

- метод кейсов (*case-study*), «мозговой штурм» (*Brainstorming*), метод задач (*Problem-Based Learning*) и метод проектов (*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.

Формы организации учебных занятий:

- «Лекции» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие *soft-skills* (теоретических знаний и когнитивных приёмов) учащихся, 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.
- «Практические занятия» подразумевает такую форму занятий, в процессе которых происходит развитие hard-skills (навыков и умений) учащихся, 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.

Педагогические технологии. Программа «Аэроквантум» предполагает использование современных педагогических технологий: элементов игровых технологий, технологий личностно-ориентированного, развивающего обучения, информационно-коммуникационных и здоровьесберегающих технологий, технологий проектной деятельности и коллективной творческой деятельности.

Алгоритм учебного занятия:

I этап – организационно-подготовительный (создание благоприятного микроклимата на продуктивную учебную деятельность, активизация внимания учащихся, диагностика усвоенных на предыдущем занятии теоретических знаний и приобретённых практических навыков, сообщение темы и определение цели занятия, мотивация учебной деятельности).

II этап – основной (максимальная активизация познавательной деятельности учащихся на основе теоретического материала, введение пробных практических заданий с объяснением соответствующих правил или обоснованием, самостоятельное выполнение учащимися учебно-тренировочных заданий, обыгрывание ситуаций).

III этап – итоговый (анализ и оценка достижения цели занятия, уровня усвоения теоретических знаний и практических навыков, самооценка учащихся собственной деятельности, оценка сотрудничества, информация о литературе, которую нужно использовать к следующему занятию, определение перспектив следующего занятия).

Учебное занятие в системе дополнительного образования – творческий процесс, поэтому возможна нетрадиционная структура: изменение традиционной последовательности этапов, оригинальные методики и формы обучения.

Дидактические средства, с помощью которых обеспечивается реализация программы:

- визуальные (печатные текстовые, простые, технические (механические) средства): учебные пособия, справочники, инструкции по сборке, дидактический материал; натуральные объекты, модели, таблицы, схемы; различные виды проекторов, интерактивная доска, носители информации, мультимедийные электронные средства (слайд-презентации);

- аудиовизуальные (зрительно-слуховые): мультимедийные электронные средства (учебные видеоуроки и видеоролики);
- тренажёры: компьютерные программы-тренажёры;
- универсальные: компьютер и сетевые информационные системы (локальные компьютерные сети и глобальная сеть Интернет).

1.3. Цели и задачи программы.

Цель программы: формирование у учащихся начальных знаний и инженерных навыков в области проектирования, моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Задачи программы:

Обучающие:

- сформировать устойчивые знания в области моделирования и конструирования беспилотных авиационных систем;
- обучить основным приёмам сборки, программирования, эксплуатации беспилотных авиационных систем;
- сформировать навыки пилотирования беспилотных авиационных систем в режиме авиасимулятора;
- сформировать умения и навыки визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата;
- сформировать навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Развивающие:

- поддерживать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- развивать способность к самореализации и целеустремлённости;
- формировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развивать навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- расширять ассоциативные возможности мышления.

Воспитательные:

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

1.4. Содержание программы.

1.4.1. Учебный план.

Учебный план (72 часа).

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/
		всего	теория	практика	

					контроля
	Вводное занятие	2	1	1	НК
	Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе	16	9	7	
1.1.	Вводная лекция о содержании курса	1	1	0	ТК
1.2.	Принципы управления и строение мультикоптеров	1	1	0	ТК
1.3.	Основы техники безопасности полётов	1	1	0	ТК
1.4.	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы	1	1	0	ТК
1.5.	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/ разрядка/ балансировка/ хранение)	4	3	1	ТК
1.6.	Технология пайки. Техника безопасности	2	2	0	ТК
1.7.	Обучение пайке	2	0	2	ТК
1.8.	Полёты на симуляторе	4	0	4	ПК
	Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты	26	8	18	
2.1.	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	2	1	1	ТК
2.2.	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	2	1	1	ТК
2.3.	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания	2	1	1	ТК
2.4.	Сборка рамы квадрокоптера	4	0	4	ТК
2.5.	Пайка ESC, ВЕС и силовой части	2	1	1	ТК
2.6.	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	4	2	2	ТК

2.7.	Инструктаж по технике безопасности полетов	2	2	0	ТК
2.8	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	2	0	2	ТК
2.9.	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций	4	0	4	ТК
2.10	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	2	0	2	ПК
	Раздел 3. Настройка, установка FPV-оборудования	8	2	6	
3.1.	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка	2	2	0	ТК
3.2.	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	2	0	2	ТК
3.3.	Пилотирование с использованием FPV-оборудования	4	0	4	ТК
	Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом	18	2	16	
4.1.	Принципы создания инженерной проектной работы	4	1	3	ТК
4.2.	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	6	1	5	ТК
4.3.	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	6	0	6	ТК
4.4.	Подготовка презентации собственной проектной работы	2	0	2	ПК
	Итоговое занятие. Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	2	0	2	ИК
Итого:		72	22	50	

1.4.2. Содержание учебного плана.

Вводное занятие – 2 часа.

Теория: Знакомство с планом работы детского объединения дополнительного образования. Инструктаж по технике безопасности.

Практика: Начальная диагностика. Определение исходного уровня знаний и умений на начало обучения.

Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе – 16 часов.

Теория: Вводная лекция о содержании курса. Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, безопасная работа с оборудованием. Пайка электронных компонентов: принципы пайки.

Практика: Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: методы зарядки/ разрядки/ хранения/ балансировки аккумуляторов. Пайка электронных компонентов: обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем. Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.

Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты – 26 часов.

Теория: Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики. Инструктаж перед первыми учебными полётами.

Практика: Полётный контроллер: настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: пайка двигателей и регуляторов. Платы разводки питания: пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания. 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.

Раздел 3. Настройка, установка FPV-оборудования – 8 часов.

Теория: Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.

Практика: Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом – 18 часов.

Теория: Основы планирования проектной работы. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

Практика: Работа над инженерным проектом: работа над проектом в составе команды. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме

«Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.

Итоговое занятие – 2 час.

Практика: Презентация и защита группой собственного инженерного проекта.

1.5. Планируемые результаты.

Личностные результаты:

- осознанное выполнение инструкций правил техники безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами;
- готовность и способность к саморазвитию и реализации творческого потенциала;
- способность к продуктивному общению и сотрудничеству со взрослыми и сверстниками в процессе образовательной, творческой и других видов деятельности;
- готовность и способность вести диалог с другими людьми и достигать в нём взаимопонимание.

Метапредметные результаты:

- самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- умение планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- проявление технического мышления и творческого подхода к работе;
- навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- способность к критическому мышлению и умению объективно оценивать результаты своей работы;
- компетентность в области использования информационно-коммуникационных технологий.

Предметные результаты: по итогам освоения программы

учащиеся должны знать:

- правила техники безопасности при сборке и работе с беспилотными летательными аппаратами;
- общее устройство, принцип работы и управления мультироторной системой;
- общее устройство и принцип действия аппаратуры радиоуправления;
- устройство, принцип действия литий-полимерных аккумуляторов;
- принципы пайки электронных компонентов;
- устройство и принцип функционирования полётного контроллера;
- устройство, принцип функционирования и пайки двигателей и регуляторов хода бесколлекторных двигателей;
- общее устройство и характеристики платы разводки питания;
- основы видеотрансляции;
- основы планирования проектной работы;
- основы 3D-печати и 3D-моделирования.

учащиеся должны уметь:

- заряжать, разряжать, хранить, балансировать литий-полимерные аккумуляторы;
- паять электронные компоненты мультитроторных систем;
- выполнять учебные полёты на симуляторе;
- настраивать контроллер с помощью компьютера;
- выполнять пайку двигателей и регуляторов хода;
- выполнять пайку силовых проводов к платам разводки питания;
- устанавливать, подключать и настраивать видеооборудование на мультитроторные системы;
- выполнять пилотирование квадрокоптера с FPV-оборудованием;
- применять приобретённые технические навыки в работе над созданием собственного беспилотного летательного аппарата;
- представлять и защищать инженерный проект.

Блок 2. Комплекс организационно-педагогических условий реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы.

2.1. Календарный учебный график.

Начало учебного года	1 сентября
Количество учебных недель	36 недель
Количество учебных дней	36 дней
Продолжительность каникул	одна неделя (в начале календарного года)
Окончание учебного года	23 мая

2.2. Условия реализации программы.

Санитарно-гигиенические требования. Теоретические и практические занятия проводятся на базе Центра образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста» в соответствии с требованиями техники безопасности, пожарной безопасности, санитарными нормами. Помещение хорошо освещается, имеется возможность периодического проветривания, укомплектовано аптечкой для оказания первой помощи.

Практические занятия по отработке умений и навыков пилотирования в соответствии с календарным учебным графиком могут проводиться на школьной спортивной площадке, на участке местности (обязательно при наличии медицинской аптечки).

Материально-техническое обеспечение необходимое для реализации программы:

- комплект мебели, светильник настольный галогеновый;
- набор для сборки квадрокоптера тип 1 (канал связи управления квадрокоптером, полетный контроллер, поддержка оптической системы навигации в помещении, модуль камеры, модуль навигации, пульт управления, аккумуляторная батарея с зарядным устройством, материал изготовления пропеллера, лазерный датчик расстояния, модуль памяти с установленным ПО для одноплатного компьютера, программное приложение для программирования

и управления квадрокоптером, методические материалы для работы с квадрокоптером на электронном носителе);

- платформа для сборки квадрокоптера с коллекторными моторами тип 2 (модульная конструкция с возможностью самостоятельной доработки, в том числе изготовления деталей методом 3D печати и подключения дополнительной полезной нагрузки, открытая архитектура автопилота с возможностью программирования, адаптированные учебные методики для различных возрастных групп, полетный контроллер с возможностью программирования, модуль авиопилота с поддержкой оптической системы навигации в помещении, модуль беспроводной видеокамеры, камера оптического потока, пульт управления, аккумуляторная батарея и зарядное устройство, программное обеспечение для программирования и управления квадрокоптером);

- комплект обучающих материалов по пилотированию, программированию и разработке полезной нагрузки для квадрокоптера;

- фотограмметрическое программное обеспечение;

- расходные материалы и запасные части;

- ноутбук, мышь;

- МФУ;

- 3D-принтер.

Методическое обеспечение программы.

№ п/п	Название раздела, темы	Формы занятий	Методы и приёмы	Дидактический материал, техническое оснащение	Формы контроля
	Вводное занятие	беседа, практическое занятие	собеседование, анкетирование	анкеты	собеседование, анкетирование
1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе	занятие-беседа, круглый стол, занятие-практикум	лекционное занятие, дискуссия, мастер-класс, демонстрация, проблемно-поисковый метод	мультимедийная презентация, видеофильм, наглядные пособия, ресурсы сети Интернет	опрос, учебно-тренировочное задание, практическое задание
2	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты	сборка и настройка квадрокоптера, учебные полёты	лекционное занятие, демонстрация, лабораторная и практическая работы	мультимедийная презентация, видеофильм, наглядные пособия, ресурсы сети Интернет	наблюдение, опрос, практическое задание, учебно-тренировочное задание

3	Настройка, установка FPV-оборудования	установка видеооборудования, полёты «от первого лица»	лекционное занятие, демонстрация, проблемно-поисковый метод, практическая работа	мультимедийная презентация, видеофильм, наглядные пособия, ресурсы сети Интернет	наблюдение, опрос, практическое задание, учебно-тренировочное задание
4	Работа в группах над инженерным проектом	самостоятельная подготовка групповых инженерных проектов	практическая работа, проблемно-поисковый метод	наглядные пособия, ресурсы сети Интернет	наблюдение, практическое задание
	Итоговое занятие	презентация и защита инженерного проекта	демонстрация	выставочный зал	защита инженерного проекта

Кадровое обеспечение. Реализацию программы дополнительного образования технической направленности могут осуществлять педагоги дополнительного образования и учителя-предметники образовательного учреждения.

2.3. Формы аттестации.

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов: аналитические справки, журнал посещаемости, материалы анкетирования и тестирования, фото, грамоты, публикации в СМИ.

В начале учебного года для выявления уровня подготовленности учащихся к усвоению программы проводится начальный контроль (НК).

Для определения степени усвоения программы дополнительного образования осуществляются текущий, промежуточный и итоговый контроль. Текущий контроль (ТК) осуществляется в течение всего учебного года, промежуточный контроль (ПК) – после прохождения раздела, итоговый контроль (ИК) – в конце учебного года.

Название раздела	Форма аттестации/ контроля	
Вводное занятие	Диагностика (начальный контроль)	НК
Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе	Полёт на симуляторе	ПК
Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты	Выполнение контрольного полёта квадрокоптера	ПК
Раздел 3. Настройка, установка FPV-оборудования	Пилотирование квадрокоптера с использованием FPV-оборудования	ПК

Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом	Инженерный проект БАС	ПК
Итоговое занятие	Презентация и защита инженерного проекта	ИК

Формы проведения аттестации: промежуточная аттестация проводится в форме практической работы, итоговая аттестация проводится в форме презентации и защиты проекта.

Результаты теоретической и технической подготовки учащихся фиксируются в диагностической карте (Приложение 2-3).

2.4. Оценочные материалы.

Результативность освоения программы оценивается по двум группам показателей:

- учебным (фиксирующим предметные и общеучебные знания, умения, навыки, приобретённые учащимся в процессе освоения программы);
- личностным (выражающим изменения личностных качеств учащегося под влиянием занятий в детском объединении).

Технология определения учебных результатов по программе дополнительного образования заключается в следующем: совокупность измеряемых показателей (теоретическая, практическая подготовка учащегося, общеучебные умения и навыки) оценивается по степени выраженности (от минимальной до максимальной по 10-балльной шкале).

Развитие личностных качеств учащегося в процессе усвоения программы отслеживается по трём блокам личностных качеств: организационно-волевые, ориентационные, поведенческие качества личности.

Технология определения личностных качеств учащегося заключается в следующем: совокупность измеряемых показателей (терпение, воля, самоконтроль, самооценка, интерес к занятиям, конфликтность, тип сотрудничества) оценивается по степени выраженности (от минимальной до максимальной по 10-балльной шкале).

Методы диагностики, с помощью которых определяется достижение планируемых результатов: собеседование, тестирование, контрольное задание, наблюдение, анализ творческих работ, педагогический анализ.

Мониторинг результативности освоения программы дополнительного образования

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии и степень выраженности оцениваемого качества	Формы диагностики
Предметные результаты		
1. Теоретическая подготовка: 1.1. Теоретические знания (по основным разделам учебного плана программы)	Соответствие теоретических знаний учащегося программным требованиям: - минимальный уровень (объём усвоенных знаний менее $\frac{1}{2}$ объёма, предусмотренного программой) – 1-4 балла;	собеседование, тестирование

	<ul style="list-style-type: none"> - средний уровень (объём усвоенных знаний составляет более $\frac{1}{2}$) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (освоен весь объём знаний, предусмотренный программой за конкретный период) – 9-10 баллов. 	
1.2. Владение специальной терминологией по тематике программы	<p>Осмысленность и правильность использования специальной терминологии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - минимальный уровень (учащийся, как правило, избегает употреблять специальные термины) – 1-4 балла; - средний уровень (учащийся сочетает специальную терминологию с бытовой) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (специальные термины употребляются осознанно и в полном соответствии с их содержанием) – 9-10 баллов. 	контрольный опрос, тестирование
<p>2. Практическая подготовка:</p> <p>2.1. Практические навыки и умения, предусмотренные программой (по основным разделам учебного плана программы)</p>	<p>Соответствие практических умений и навыков программным требованиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> - минимальный уровень (объём усвоенных умений и навыков менее $\frac{1}{2}$) – 1-4 балла; - средний уровень (объём усвоенных умений и навыков составляет более $\frac{1}{2}$) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (освоен весь объём умений и навыков, предусмотренный программой за конкретный период) – 9-10 баллов. 	контрольное задание
2.2. Творческие навыки (творческое отношение к делу и умение воплотить его в готовом продукте)	<p>Креативность в выполнении практических заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - начальный (элементарный) уровень развития креативности (выполнение простейших практических заданий) – 1-4 балла; - репродуктивный уровень (выполнение заданий на основе образца) – 5-8 баллов; - творческий уровень (выполнение задания с элементами творчества) – 9-10 баллов. 	наблюдение, анализ творческих работ

Метапредметные результаты (общеучебные умения и навыки)			
1. Учебно-интеллектуальные умения:	Самостоятельность в подборе и анализе литературы:	наблюдение, анализ выполненных заданий	
1.1. Умение подбирать и анализировать специальную литературу	<ul style="list-style-type: none"> - минимальный уровень умений (серьёзные затруднения при работе с литературой, потребность в постоянной помощи и контроле) – 1-4 балла; - средний уровень (работа с литературой с помощью педагога) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (самостоятельная работа с литературой) – 9-10 баллов. 		
1.2. Умение пользоваться электронными информационными ресурсами	Самостоятельность в пользовании электронными информационными ресурсами:	наблюдение, анализ выполненных заданий	
	<ul style="list-style-type: none"> - минимальный уровень умений (серьёзные затруднения при работе с электронными информационными ресурсами, потребность в постоянной помощи и контроле) – 1-4 балла; - средний уровень (работа с электронными информационными ресурсами с помощью педагога) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (самостоятельная работа с электронными информационными ресурсами) – 9-10 баллов. 		
1.3. Умение осуществлять учебно-исследовательскую работу (проводить самостоятельный поиск информации и анализ)	Самостоятельность в учебно-исследовательской работе:	наблюдение, анализ выполненных заданий	
	<ul style="list-style-type: none"> - минимальный уровень (учебно-исследовательская деятельность вызывает серьёзные затруднения, постоянная потребность в помощи и контроле) – 1-4 балла; - средний уровень (осуществление учебно-исследовательской работы с помощью педагога) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (самостоятельное осуществление учебно-исследовательской работы) – 9-10 баллов. 		

<p>2. Учебно-коммуникативные умения: (умение слушать и слышать педагога, умение выступать перед аудиторией, участвовать в обсуждении, представлять результат своих навыков и умений)</p>	<p>Адекватность восприятия информации, исходящей от педагога; свобода во владении и подаче подготовленной информации; самостоятельность и логика в построении ответов и доказательств:</p> <ul style="list-style-type: none"> - минимальный уровень (серьезные затруднения в восприятии, подготовке и подаче информации, необходимости предъявления доказательств и аргументации своей точки зрения, постоянная потребность в значительной помощи педагога) – 1-4 балла; - средний уровень (адекватное восприятие информации при условии периодического напоминания и контроле, не всегда уверенные ответы на вопросы, подача информации, доказательство и аргументация своей точки зрения при поддержке педагога) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (адекватное восприятие, самостоятельная подготовка и подача информации, свободное выступление, логически обоснованное предъявление доказательств, убедительная аргументация своей точки зрения) – 9-10 баллов. 	<p>наблюдение, педагогический анализ</p>
<p>3. Учебно-организационные умения и навыки: (организация своего рабочего места, соблюдение правил безопасности)</p>	<p>Способность самостоятельно готовить своё рабочее место к деятельности и убирать его за собой; соответствие реальных навыков соблюдения правил безопасности программным требованиям; аккуратность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - минимальный уровень (объём учебно-организационных умений и навыков менее ½) – 1-4 балла; - средний уровень (объём учебно-организационных умений и навыков составляет более ½) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (освоен весь объём учебно-организационных 	<p>наблюдение, педагогический анализ</p>

	умений и навыков, предусмотренный программой за конкретный период) – 9-10 баллов.	
Личностные результаты		
1. Организационно-волевые качества: 1.1. Терпение	Способность переносить (выдерживать) известные нагрузки в течение определенного времени, преодолевать трудности: - минимальный уровень (терпения хватает меньше, чем на ½ занятия) – 1-4 балла; - средний уровень (терпения хватает больше, чем на ½ занятия) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (терпения хватает на всё занятие) – 9-10 баллов.	наблюдение, педагогический анализ
1.2. Воля	Способность активно побуждать себя к практическим действиям: - минимальный уровень (волевые усилия побуждаются извне) – 1-4 балла; - средний уровень (иногда проявляется активность к практическим действиям) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (самостоятельно побуждает себя к практическим действиям) – 9-10 баллов.	наблюдение, педагогический анализ
1.3. Самоконтроль	Умение контролировать свои поступки (приводить к должному свои действия): - минимальный уровень (постоянно действует под воздействием контроля извне) – 1-4 балла; - средний уровень (периодически контролирует себя сам) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (контролирует себя самостоятельно) – 9-10 баллов.	наблюдение, педагогический анализ
2. Ориентационные качества: 2.1. Самооценка	Способность оценивать себя адекватно реальным достижениям: - минимальный уровень (завышенная самооценка) – 1-4 балла; - средний уровень (заниженная	наблюдение, педагогический анализ

		самооценка) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (объективная самооценка) – 9-10 баллов.	
2.2. Интерес к занятиям в детском объединении		Осознанное участие в освоении программы: - минимальный уровень (интерес к занятиям продиктован извне) – 1-4 балла; - средний уровень (интерес периодически поддерживается самим учащимся) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (самостоятельно проявляет постоянный интерес) – 9-10 баллов.	наблюдение, педагогический анализ
3. Поведенческие качества: 3.1. Конфликтность		Способность занять определенную позицию в конфликтной ситуации: - минимальный уровень (недостаточно осознает правила и нормы поведения, допускает нарушения, но в основном их выполняет) – 1-4 балла; - средний уровень (осознает моральные нормы и правила поведения в социуме, но иногда частично их нарушает) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (всегда следует общепринятым нормам и правилам поведения, осознанно их принимает) – 9-10 баллов.	наблюдение, педагогический анализ
3.2. Тип сотрудничества		Способность принимать участие в общем деле: - минимальный уровень (в совместной деятельности не пытается договориться, не может прийти к согласию, настаивает на своём, конфликтует или игнорирует других) – 1-4 балла; - средний уровень (способен к взаимодействию и сотрудничеству, но не всегда умеет аргументировать свою позицию и слушать партнера) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (проявляет эмоционально позитивное отношение к процессу сотрудничества,	наблюдение, педагогический анализ

	ориентируется на партнера по общению, умеет слушать собеседника, совместно планировать, договариваться и распределять функции в ходе выполнения задания, осуществлять взаимопомощь) – 9-10 баллов.	
4. Личностные достижения учащегося	Результаты личных достижений: - минимальный уровень (пассивное участие в делах детского объединения) – 1-4 балла; - средний уровень (активное участие в делах детского объединения) – 5-8 баллов; - максимальный уровень (значительные результаты на муниципальном и региональном уровнях) – 9-10 баллов.	портфолио

Список литературы.

Для педагога и учащихся:

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал №4 2013 г. 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. Электронный журнал №8 2014 г. Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения 31.10.2016).
3. Ефимов Е. Програмируем 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. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005.
6. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал №3 2012 г. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 31.10.2016).
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 (дата обращения 31.10.2016).

8. Alderete T.S. «SimulatorAeroModelImplementation» NASA AmesResearchCenter, MoffettField, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения 31.10.2016).
9. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Designand Sliding Mode Controlof Four Rotors Helicopter. World Academyof Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229.
10. Madani T., Benallegue A. Backsteppingcontrolfor a quadrotorhelicopter. IEEE/RSJ InternationalConferenceonIntelligentRobotsandSystems, 2006. Pp. 3255-3260.
11. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitudecontrolof a quadrotor. 4th InternationalConferenceonRecentAdvancesinSpaceTechnologies, 2009. Pp. 722-727.
12. Luukkonen T. ModellingandControlofQuadcopter. SchoolofScience, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf (дата обращения 31.10.2016).
13. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (дата обращения 20.10.2015)
14. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A MathematicalIntroductiontoRoboticManipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
15. Zhao W., HiongGo T. Quadcopterformationflightcontrolcombining MPC androbustfeedbacklinearization. JournaloftheFranklinInstitute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021
16. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>

Календарный учебный график

№ п/п	Месяц	Дата проведения	Форма занятий	Кол-во часов	Тема занятий	Форма контроля
1	сентябрь		беседа, практическое занятие	2	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Начальная диагностика	собеседование, анкетирование
2			беседа	2	Вводная лекция о содержании курса. Принципы управления и строение мультикоптеров	опрос
3			лекция	2	Основы техники безопасности полётов. Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы	опрос
4			лекция	2	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	опрос
5	октябрь		лекция, практическое занятие	2	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	практическое задание
6			лекция	2	Технология пайки. Техника безопасности.	опрос
7			практическое занятие	2	Обучение пайке	практические задания
8			практическое занятие	2	Полёты на симуляторе	наблюдение
9			практическое занятие	2	Полёты на симуляторе	учебно-тренировочные задания
10	ноябрь		мастер-класс, практическое занятие	2	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	учебно-тренировочные задания
11			лекция, практическое занятие	2	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	практические задания
12			лекция, практическое занятие	2	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания	практические задания
13			практическое занятие	2	Сборка рамы квадрокоптера	практические

						задания
14	декабрь		практическое занятие	2	Сборка рамы квадрокоптера	практические задания
15			лекция, практическое занятие	2	Пайка ESC, BEC и силовой части	практические задания
16			лекция	2	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	опрос
17			практическое занятие	2	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	практические задания
18	январь		лекция	2	Инструктаж по технике безопасности полетов	опрос
19			практическое занятие	2	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	учебно-тренировочные задания
20			практическое занятие	2	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций	учебно-тренировочные задания
21	февраль		практическое занятие	2	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций	учебно-тренировочные задания
22			практическое занятие	2	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	учебно-тренировочные задания
23			лекция	2	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка	опрос
24			практическое занятие	2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	практические задания
25	март		практическое занятие	2	Пилотирование с использованием FPV-оборудования	учебно-тренировочные задания
26			практическое занятие	2	Пилотирование с использованием FPV-оборудования	учебно-тренировочные задания
27			лекция, практическое	2	Принципы создания инженерной проектной работы	практические

			занятие			задания
28			практическое занятие	2	Принципы создания инженерной проектной работы	практические задания
29	апрель		лекция, практическое занятие	2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	практические задания
30			практическое занятие	2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	практические задания
31			практическое занятие	2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	практические задания
32			практическое занятие	2	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	творческое задание
33			практическое занятие	2	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	творческое задание
34	май		практическое занятие	2	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	творческое задание
35			практическое занятие	2	Подготовка презентации собственной проектной работы	собеседование
36			открытое занятие	2	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	защита проекта
	Итого:			72		

Приложение 2.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ КАРТА

результатов промежуточной аттестации за I полугодие 2020-2021 учебного года

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Аэроквантум»

[illegible]

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ КАРТА

результаты итоговой аттестации учащихся за 2020-2021 учебный год

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Аэроквантум»

№ п/п	ФИО учащегося	Параметры оценки качества ЗУН учащегося									Уровень освоения программы
		определять, различать и называть детали квадрокоптера	конструировать по условиям, заданным взрослым, по образцу, по чертежу, по заданной схеме и самостоятельно строить схему	перерабатывать полученную информацию: делать выводы в результате совместной работы всего класса, сравнивать и группировать предметы и их образы	уметь собирать квадрокоптер самостоятельно без инструкции	умение излагать мысли в четкой логической последовательнос ти, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений	определять и формулировать цель деятельности на занятии	уметь работать в паре и в коллективе, уметь рассказывать о модели	уметь работать над проектом в команде, эффективно распределять обязанности	участие в конкурсах, наличие дипломов и призов	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											