

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ»

СОГЛАСОВАНО

Научно-методическим советом

ГАУ ДПО ИРО ОО

Протокол № 09 от 01.07.2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор ГАУ ДПО ИРО ОО

_____ С.В. Крупина

Приказ № 294 от 02.07.2024 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«АЭРОКВАНТУМ»

Направленность программы: техническая

Уровень программы: базовый

Возраст обучающихся: 7-10 лет

Срок освоения программы: 1 год

Автор-составитель:

Росляков Александр Юрьевич,
педагог дополнительного образования

Оренбург, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1.	КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ	3
1.1.	Пояснительная записка	3
1.1.1.	Актуальность программы	4
1.1.2.	Объем и сроки освоения программы	4
1.1.3.	Формы организации образовательного процесса	4
1.1.4.	Режим занятий	4
1.1.5.	Цель и задачи программы	5
1.1.6.	Планируемые результаты освоения программы	6
2.	КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ	8
2.1.	Календарный учебный график	8
2.2.	Условия формирования групп	8
2.3.	Материально-техническое обеспечение	8
2.4.	Учебный план	9
2.4.1.	Содержание учебного плана	9
2.5.	Рабочая программа	12
2.6.	Рабочая программа воспитания	16
2.6.1.	Календарный план воспитательной работы	17
2.7.	Формы контроля и аттестации	18
2.8.	Оценочные материалы	18
2.9.	Методические материалы	27

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1. Пояснительная записка

Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми документами:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»;
- Указ Президента РФ от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»;
- Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 372 «Об утверждении федеральной образовательной программы начального общего образования»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 31.05.2021 г. № 286 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования» (с изменениями и дополнениями);
- Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);
- Письмо Министерства образования и науки РФ от 28.04.2017 № ВК-1232/09 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с

«Методическими рекомендациями по организации независимой оценки качества дополнительного образования детей»);

- Письмо Министерства просвещения РФ от 31.01.2022 № ДГ-245/06 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по реализации дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий»);

- Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»;

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении СанПиН 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- 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);

- Закон Оренбургской области от 06.09.2013 г. № 1698/506-V-ОЗ «Об образовании в Оренбургской области»;

- Постановление Правительства Оренбургской области от 29.12.2018 № 921-пп «Об утверждении государственной программы Оренбургской области «Развитие системы образования Оренбургской области».

1.1.1. Актуальность программы

Актуальность программы обусловлена ее практической значимостью и заключается в сочетании различных форм работы, направленных на получение и углубление знаний физики, математики, аэродинамики, инженерной деятельности с опорой на практическую деятельность и с учётом особенностей социально-экономического развития региона.

1.1.2. Объем и сроки освоения программы

Дополнительная общеразвивающая программа «Аэроквантум» рассчитана на один год обучения – 126 часов.

1.1.3. Формы организации образовательного процесса

Форма обучения – очно-заочная.

1.1.4. Режим занятий

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа с перерывом 10 минут.

Еженедельная нагрузка на одного обучающегося составляет 4 часа.

1.1.5. Цель и задачи программы

Цель: формирование у обучающихся инженерных знаний посредством включения в проектную деятельность в сфере современных технологий беспилотных авиационных систем.

Задачи:

Воспитывающие:

- формировать первоначальные представления о человеке как члене общества, о правах и ответственности, уважении и достоинстве человека, о нравственно-этических нормах поведения и правилах межличностных отношений;

- побуждать к соблюдению правил здорового и безопасного (для себя и других людей) образа жизни в окружающей среде (в том числе информационной);

- формировать отношение к труду как к ценности в жизни человека и общества, ответственное потребление и бережное отношение к результатам труда, навыки участия в различных видах трудовой деятельности, интерес к различным профессиям;

- формировать активность, инициативность, любознательность и самостоятельность в познании.

Развивающие:

- развивать умение прогнозировать возможное развитие процессов, событий и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях;

- развивать умение находить согласно заданному алгоритму в предложенном источнике информацию, представленную в явном виде;

- развивать умение анализировать и создавать текстовую, видео, графическую, звуковую, информацию в соответствии с учебной задачей;

- развивать умение корректно и аргументированно высказывать свое мнение;

- развивать умение выполнять совместные проектные задания с опорой на предложенные образцы;

- развивать умение планировать действия по решению учебной задачи для получения результата; выстраивать последовательность выбранных действий.

Обучающие:

- формировать знания об устройстве и функционировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); о применении БАС в современности и в будущем;

- формировать знания о работе микроконтроллеров и датчиков;

- формировать знания о языках программирования и их использования для автономных полётов летающих роботов;

- формировать познавательный интерес к предметной области физика, авиастроение, программирование;

- формировать знания в области аэродинамики;
- формировать умение применять теоретические знания на практике.

1.1.6. Планируемые результаты освоения программы

Планируемые результаты освоения данной программы отслеживаются по трём компонентам: предметный, метапредметный и личностный, что позволяет определить динамическую картину развития обучающихся.

Личностные

В результате обучения по программе обучающийся:

- имеет первоначальные представления о человеке как члене общества, о правах и ответственности, уважении и достоинстве человека, о нравственно-этических нормах поведения и правилах межличностных отношений;
- соблюдает правила здорового и безопасного (для себя и других людей) образа жизни в окружающей среде (в том числе информационной);
- осознает ценности труда в жизни человека и общества, ответственное потребление и бережное отношение к результатам труда, навыки участия в различных видах трудовой деятельности, проявляет интерес к различным профессиям;
- проявляет активность, инициативность, любознательность и самостоятельность в познании.

Метапредметные

В результате обучения по программе обучающийся умеет:

- прогнозирует возможное развитие процессов, событий и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях;
- находит согласно заданному алгоритму в предложенном источнике информацию, представленную в явном виде;
- анализирует и создает текстовую, видео, графическую, звуковую, информацию в соответствии с учебной задачей;
- корректно и аргументировано высказывает свое мнение;
- умеет выполнять совместные проектные задания с опорой на предложенные образцы;
- умеет планировать действия по решению учебной задачи для получения результата; выстраивать последовательность выбранных действий.

Предметные

В результате обучения по программе обучающийся:

- знает об устройстве и функционировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА); о применении БАС в современности и в будущем;
- знает о работе микроконтроллеров и датчиков;
- знает о языках программирования и их использовании для автономных полётов летающих роботов;

- имеет познавательный интерес к предметной области физика, авиастроение, программирование;
- имеет знания в области аэродинамики;
- умеет применять теоретические знания на практике.

2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

2.1. Календарный учебный график

Начало занятий – 9 октября.

Окончание занятий – 31 мая.

Праздничные неучебные дни: 4 ноября, 31 декабря, 1-8 января, 23 февраля, 8 марта, 1 мая, 8 мая, 9 мая.

Каникулы: 1 июня-31 августа.

Срок проведения промежуточной аттестации – в период с 27 по 30 января.

Срок проведения итоговой аттестации – в период с 26 по 31 мая.

2.2. Условия формирования групп

Занятия по программе проводятся в разновозрастных группах. В группы принимаются обучающиеся в возрасте от 7 до 10 лет.

2.3. Материально-техническое обеспечение

Для эффективности образовательного процесса необходимы:

Помещения, площадки: учебный кабинет с лабораторной зоной, коворкинг, лекторий.

Оснащение кабинета: мебель – стол для педагога, шкафы, стеллажи; ученические парты и стулья из расчёта на каждого обучающегося; лабораторный стол на группу обучающихся, магнитно-маркерная доска и пр.

Техническое оборудование: для педагога – моноблок, колонки, принтер, мультимедийная панель; для обучающихся – ноутбуки, передвижной шкаф для зарядки ноутбуков.

Учебное оборудование:

1. квадрокоптер для видеосъёмки, профессиональный;
2. пульт дистанционного управления;
3. конструктор программируемого квадрокоптера с системами машинного зрения;
4. система навигации в помещении;
5. учебный набор по компетенции «Эксплуатация БАС»;
6. автономный квадрокоптер для аэросъёмки и мониторинга;
7. гоночный квадрокоптер RTF;
8. тренажер-симулятор оператора БПЛА;
9. симулятор гоночного квадрокоптера;
10. квадрокоптер тренировочный RFT для FPV полетов;
11. стенд для измерения тяги;
12. трасса для гонок микро-дронов;
13. ресурсный набор для Аэро, совместимый с конструктором программируемого квадрокоптера.

Инструменты и расходные материалы для занятий: канцелярские принадлежности, материалы: водород (дистиллированная вода), элементы питания (батарейки) типа АА, ААА и Крона.

2.4. Учебный план

Название темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы контроля и аттестации
МОДУЛЬ 1. Аэроквантум: Линия 0				
Вводное занятие	2	1	1	Входная диагностика (викторина)
1. «Полетный симулятор»	10	2	8	Презентация результатов кейса. Информационный проект
2. «Пилотирование БПЛА»	22	4	18	Презентация результатов кейса. Информационный проект
3. «Аэродинамика»	16	2	14	Презентация результатов кейса. Исследовательский проект
4. «Сборка БПЛА»	8	4	4	Презентация результатов кейса. Инженерно-конструкторский проект
Итоговое занятие	2	-	2	Промежуточная аттестация (защита проекта, кейса)
ИТОГО:	60	13	47	
МОДУЛЬ 2. Аэроквантум: Линия 1				
Вводное занятие	2	1	1	Входная диагностика (викторина)
1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	24	4	20	Презентация результатов кейса. Инженерно-конструкторский проект
2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	20	2	18	Презентация результатов кейса. Исследовательский проект
3. «Рейсинг»	18	2	16	Информационный проект
Итоговое занятие	2	-	2	Итоговая аттестация (соревнования на скорость прохождения дистанции «Аэродрайв»)
ИТОГО:	66	9	57	
ВСЕГО:	126	22	104	

2.4.1. Содержание учебного плана

МОДУЛЬ 1. АЭРОКВАНТУМ: ЛИНИЯ 0 (60 ЧАСОВ)

Вводное занятие (2 часа)

Теория (1 час): инструктаж по вопросам комплексной безопасности (антитеррористической и противопожарной направленностей, о порядке действий населения при звучании сигнала «Воздушная тревога», о правилах поведения вблизи водоемов, железнодорожного полотна, автодороги, в местах массового пребывания). Инструктаж по технике безопасности.

История беспилотных полетов. Задачи и перспективные направления современных беспилотных авиационных систем.

Практика (1 час): входная диагностика (викторина).

Тема 1. Полетный симулятор (10 часов)

Теория (2 часа): знакомство с симуляторами, введение понятий «крен», «угол атаки», «тангаж», «рысканье», «горизонт», «стик», техника безопасности при пилотировании.

Практика (8 часов): знакомство с полетным контроллером FS-I6S. Назначение и функции органов управления. Пробный полет на симуляторе. Различие функций органов управления при пилотировании разных типов летательных аппаратов (самолет, вертолет, коптер). Выполнение полетных заданий. Кейс «Выполнение полетного задания».

Симулятор гоночного квадрокоптера. Регулировка чувствительности стиков пульта дистанционного управления. Угол установки камеры. Полетные трассы. Выполнение полетного задания на время.

Самостоятельное изучение: основы плавного управления квадрокоптером.

Тема 2. Пилотирование БПЛА (22 часа)

Теория (4 часа): знакомство с квадрокоптером Cetus 2 PRO. Обслуживание коптера. Уход за Li-Po аккумуляторами, техника безопасности при смене аккумуляторов. Безопасное пилотирование коптера.

Практика (18 часов): режимы полета коптера; висение, обязательные полетные упражнения (приложение), фигуры пилотажа. Кейс «Визуальное пилотирование». Гонки коптеров.

Самостоятельное изучение: квадрокоптер для начинающих: как научиться и с чего начинать.

Тема 3. Аэродинамика (16 часов)

Теория (2 часа): знакомство с аэродинамикой, введение понятий «диаметр», «шаг винта», знакомство с основами расчетов тягового усилия.

Практика (14 часов): лабораторно-практическая работа по измерению КПД винта, сравнительные испытания коптера с винтами разного шага. Преимущества трехлопастного винта. Кейс «Аэродинамика». Изготовление метательного планера собственной конструкции.

Тема 4. Сборка БПЛА (8 часов)

Теория (4 часа): что такое «алгоритм сборки». Знакомство с понятием «модуль», введение понятий маркировки крепежа.

Практика (4 часа): знакомство с оборудованием. Ознакомление с набором и инструкцией по сборке дрона «Пионер», сборка крестовины основания, установка двигателей, монтаж регуляторов хода, установка микроконтроллера, настройка сопряжения полетного контроллера с передатчиком, окончательная сборка, монтаж защиты пропеллеров. Кейс «Сборка летающего БПЛА». Дополнительные модули; видеочамера, светодиодная панель, магнитный захват, модуль GPS-навигации, модуль оптического позиционирования, модуль ультразвукового позиционирования.

Итоговое занятие (2 часа)

Практика (2 часа): промежуточная аттестация (защита проекта, кейса).

МОДУЛЬ 2. АЭРОКВАНТУМ: ЛИНИЯ 1 (66 ЧАСОВ)

Вводное занятие (2 часа)

Теория (1 час): планирование работы. Общие правила поведения и техника безопасности.

Практика (1 час): входная диагностика (викторина).

Тема 1. Эксплуатация и модернизация БЛА (24 часа)

Теория (4 часа): возможности квадрокоптера как беспилотной авиационной системы (БАС). Области применения БАС. Теоретические основы автономного полета дрона. Машинное зрение.

Практика (20 часов): знакомство с матрицей управляемых светодиодов, установка светодиодов на коптер. Установка на «Геоскан «Пионер» системы магнитного захвата грузов, перемещение грузов согласно полетному заданию. Установка видеокамеры. Привязка камеры к смартфону. Управление коптером по экрану смартфона. Кейс «Выполнение полетного задания». Автономный полет. Знакомство с языками программирования. Блочное программирование. Геоскан Пионер-мини. Полет по заданной программе.

Самостоятельное изучение: как спроектировать собственный квадрокоптер. Мультикоптеры: от расчетов к полетам.

Тема 2. FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА) (20 часов)

Теория (2 часа): эволюция летательных аппаратов. Основные изобретения и технические новшества. FPV оборудование. Обзор оборудования. Основные правила работы. Теория FPV-пилотирования.

Практика (18 часов): пробный полет на симуляторе. Знакомство с оборудованием. Основы FPV пилотирования. Знакомство с оборудованием для FPV пилотирования. Сопряжение видеопередатчика дрона и FPV-шлема к предстоящим полетам. Отработка навыков полета на симуляторе. Тренировка навыков полета с использованием очков для FPV пилотирования. Кейс «FPV полёт».

Самостоятельное изучение: FPV-дроны для начинающих.

Тема 3. Рейсинг (18 часов)

Теория (2 часа): правила проведения соревнований по дронрейсингу, типовая схема трассы дистанции гонок.

Практика (16 часов): установка и настройка микроконтроллера на БПЛА. Отладка и настройка БПЛА для предстоящих полетов. Пробные полеты БПЛА по заданному маршруту. Отработка техники огибания препятствий. Влияние инерции на скорость прохождения трассы.

Прохождение ворот. Тренировка по изменению высоты полета. Техника прохождения поворотов. Прохождение всей трассы от начала до финиша. Пролет трассы с отсечкой времени.

Итоговое занятие (2 часа)

Практика (2 часа): итоговая аттестация (соревнования на скорость прохождения дистанции «Аэродрайв!»). Подведение итогов. Вручение грамот и сертификатов.

2.5. Рабочая программа

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Наименование дополнительной общеразвивающей программы, к которой составлена рабочая программа	Рабочая программа составлена на основе дополнительной общеразвивающей программы «Аэроквантум» (1 год, 126 часов, автор-составитель: Росляков А.Ю.)
Форма обучения	Очно-заочная
Место реализации	Программа реализуется на базе ГАУ ДПО ИРО ОО ДТ «Кванториум»
Перечень значимых мероприятий муниципального, регионального, всероссийского уровня, международного уровня, где обучающиеся смогут продемонстрировать результаты освоения программы	1. аэрокосмический фестиваль «Севастополь космический»; 2. конкурс «Сто лет тому вперед»

Тематический план

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов по программе	Форма проведения занятия	Планируемые результаты
МОДУЛЬ 1. АЭРОКВАНТУМ: ЛИНИЯ 0				
				Обучающийся будет:
1.	Вводное занятие	2	Комбинированное занятие	- иметь мотивацию на освоение программы; - знать правила техники безопасности
				Обучающийся будет:
2.	Тема 1. Полетный симулятор	2	Комбинированное занятие	- иметь представление об авиасимуляторах и их назначении; - знать основные термины в области пилотирования летательных аппаратов
3.	Тема 1. Полетный симулятор	2	Комбинированное занятие	- знать конструкцию полетного контроллера и основные функции ручек управления; - знать способы восстановления функций ручек управления контроллера FS-16S
4.	Тема 1. Полетный	2	Практическое	- уметь управлять

	симулятор		занятие	квадрокоптером
5.	Тема 1. Полетный симулятор	2	Практическое занятие	- иметь навыки постановки задач для достижения поставленной цели
6.	Тема 1. Полетный симулятор	2	Практическое занятие	- уметь управлять квадрокоптером на авиасимуляторе
7.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Комбинированное занятие	- иметь представление об общей конструкции квадрокоптера
8.	Тема 2. Пилотирование БАЛА	2	Комбинированное занятие	- уметь проводить предполетный визуальный осмотр коптера
9.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Комбинированное занятие	- знать технику безопасности при работе с Li-Po аккумуляторами
10.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Комбинированное занятие	- знать основные режимы полета квадрокоптера
11.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Практическое занятие	- иметь практические навыки работы с полетным контроллером
12.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Практическое занятие	- уметь удерживать коптер в воздухе в заданных пределах
13.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Практическое занятие	- знать об эффекте полетной инерции
14.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Практическое занятие	- уметь сопоставлять габариты дрона и препятствия; - знать об эффекте полетной инерции
15.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Практическое занятие	- знать о возможностях своего вестибулярного аппарата; - иметь навыки визуального определения расстояния до объекта
16.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Практическое занятие	- уметь плавно работать со стиками управления; - уметь ориентироваться в пространстве
17.	Тема 2. Пилотирование БПЛА	2	Практическое занятие	- иметь навыки визуального пилотирования квадрокоптером
18.	Тема 3. Аэродинамика	2	Комбинированное занятие	- иметь представление о возникновении подъемной силы
19.	Тема 3. Аэродинамика	2	Комбинированное занятие	- иметь представление о развесовке и балансировке летательного аппарата
20.	Тема 3. Аэродинамика	2	Практическое занятие	- знать о зависимости дальности и прямолинейности полета от формы крыла
21.	Тема 3. Аэродинамика	2	Практическое занятие	- знать авиационную терминологию
22.	Тема 3.	2	Практическое	- знать о механизме управления

	Аэродинамика		занятие	квадрокоптером
23.	Тема 3. Аэродинамика	2	Практическое занятие	- знать о зависимости продолжительности полета от диаметра и скорости вращения винта
24.	Тема 3. Аэродинамика	2	Практическое занятие	- знать о способах измерения тяги винта; - знать о зависимости тяги от шага винта
25.	Тема 3. Аэродинамика	2	Практическое занятие	- уметь применять теоретические знания по аэродинамике на практике
26.	Тема 4. Сборка БПЛА	2	Теоретическое занятие	- иметь представление о модульной конструкции
27.	Тема 4. Сборка БПЛА	2	Комбинированное занятие	- иметь навыки работы с инструментами; - уметь различать крепеж по размерам; - знать о полярности подключения электрических объектов; - знать о вариативности при сборке модульных конструкций
28.	Тема 4. Сборка БПЛА	2	Комбинированное занятие	- знать об алгоритме действий
29.	Тема 4. Сборка БПЛА	2	Практическое занятие	- иметь навыки безопасного обслуживания квадрокоптера
30.	Итоговое занятие	2	Практическое занятие	- уметь представлять и защищать свой проект
МОДУЛЬ 2. АЭРОКВАНТУМ: ЛИНИЯ 1				
				Обучающийся будет:
31.	Вводное занятие	2	Комбинированное занятие	- иметь мотивацию на дальнейшее обучение
32.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Комбинированное занятие	- иметь представление о возможностях применения беспилотников
33.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Комбинированное занятие	- уметь делать самостоятельный выбор для реализации кейса
34.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Комбинированное занятие	- знать о дополнительных возможностях квадрокоптера
35.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Комбинированное занятие	- знать конструкцию матрицы и ее основные функции; - иметь навыки монтажа дополнительного оборудования
36.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Практическое занятие	- знать о способах программирования; - иметь навыки концентрации внимания
37.	Тема 1.	2	Практическое	- уметь достигать конечной

	«Эксплуатация и модернизация БПЛА»		занятие	цели через последовательное решение мелких задач
38.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Практическое занятие	- знать о принципе работы захвата
39.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Практическое занятие	- иметь навыки определения полярности магнита
40.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Практическое занятие	- уметь просчитывать массогабаритные характеристики транспортируемого объекта
41.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Практическое занятие	- уметь определять расстояние до цели; - развивать глазомер
42.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Практическое занятие	- знать блочное программирование
43.	Тема 1. «Эксплуатация и модернизация БПЛА»	2	Практическое занятие	- уметь программировать полет копитера; - иметь навыки пилотирования в усложненных условиях
44.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Комбинированное занятие	- иметь представление о системах передачи видео с борта копитера
45.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Комбинированное занятие	- уметь проводить предполетный осмотр FPV системы копитера
46.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Практическое занятие	- иметь полетные навыки работы с контроллером при ограниченном обзоре
47.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Практическое занятие	- иметь навыки визуального определения расстояния (глазомер)
48.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Практическое занятие	- знать, как использовать эффект полетной инерции
49.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Практическое занятие	- иметь навыки тренировки своего вестибулярного аппарата
50.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Практическое занятие	- иметь навыки определения расстояния до объекта через объектив камеры
51.	Тема 2. «FPV-	2	Практическое	- иметь представление о

	системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»		занятие	возможностях человеческого зрения
52.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Практическое занятие	- уметь пользоваться панелью настроек FPV очков; - иметь навыки ориентации в пространстве
53.	Тема 2. «FPV-системы (системы передачи данных с борта БПЛА)»	2	Практическое занятие	- развивать плавность движения стикера; - иметь навыки FPV пилотирования квадрокоптером
54.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Комбинированное занятие	- знать основные правила поведения на соревнованиях
55.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Комбинированное занятие	- иметь представление о составлении программы полета
56.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Практическое занятие	- иметь навыки самостоятельного технического обслуживания квадрокоптера
57.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Практическое занятие	- знать авиационную терминологию
58.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Практическое занятие	- знать о механизме управления квадрокоптером
59.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Практическое занятие	- знать о механизме управления квадрокоптером
60.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Практическое занятие	- уметь находить причинно-следственные связи результатов своих действий
61.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Практическое занятие	- уметь анализировать и корректировать свои действия при управлении коптером
62.	Тема 3. «Рейсинг»	2	Практическое занятие	- уметь применять теоретические знания по аэродинамике на практике
63.	Итоговое занятие	2	Практическое занятие	- уметь демонстрировать полученные навыки пилотирования
	Всего часов:	126		

2.6. Рабочая программа воспитания

1. Цель воспитания – создание условий для формирования творческой, активной личности, способной к самостоятельному принятию решений, саморазвитию и самосовершенствованию.

Особенности организуемого воспитательного процесса: активизация познавательных и творческих способностей обучающихся на основе методических подходов, лежащих в основе деятельности детских технопарков «Кванториум», обеспечивающих гармоничное развитие soft- и hard-компетенций.

2. Виды, формы и содержание деятельности

Работа с коллективом обучающихся:

- обучение умениям и навыкам организаторской деятельности, самоорганизации, формированию ответственности за себя и других;
- содействие формированию активной гражданской позиции;

– воспитание сознательного отношения к труду, к природе, к своему городу.

Работа с родителями:

– организация системы индивидуальной и коллективной работы с родителями (тематические беседы, собрания, индивидуальные консультации);

– содействие сплочению родительского коллектива и вовлечение в жизнедеятельность творческого объединения (организация и проведение открытых занятий для родителей в течение года, проведение совместных мастер-классов, приглашение на праздники, соревнования и т.д.).

3. Планируемые результаты и формы их демонстрации

Результат воспитания – повысится уровень коммуникативных компетенций, готовность к принятию ответственных решений.

2.6.1. Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Направление воспитательной работы	Наименование мероприятия	Срок выполнения	Планируемый результат
1	Ценности научного познания	1. Участие в проведении Дня открытых дверей (День знаний)	сентябрь	Привлечение внимания обучающихся и их родителей к деятельности учреждения и творческого объединения
		2. День российской науки	февраль	Повышение информированности обучающихся об успехах современной науки
2	Духовно-нравственное	1. Участие в мероприятиях, посвященных Дню пожилого человека	октябрь	Воспитание у обучающихся чувства уважения, внимания, чуткости к пожилым людям
		2. «День матери»	ноябрь	Воспитание любви и благодарности к матерям
3	Гражданское	1. Всемирный день учителя	октябрь	Воспитание уважения к учителю и учительскому труду
		2. День Конституции РФ	декабрь	Воспитание уважения к основному закону РФ
4	Патриотическое	1. День ракетных войск и артиллерии, годовщина битвы за Москву	ноябрь	Воспитание гражданственности и патриотизма
		2. Годовщина Сталинградской битвы	февраль	Воспитание гражданственности и патриотизма
		3. День Защитника Отечества	февраль	Воспитание гражданственности и патриотизма
		4. День Победы	май	Воспитание гражданственности и патриотизма

2.7. Формы контроля и аттестации

Для отслеживания результативности образовательной деятельности по

программе проводятся: входной и текущий контроль, промежуточная и итоговая аттестация.

Входная диагностика (входной контроль) проводится с целью выявления первоначального уровня знаний, умений и возможностей обучающихся.

Форма:

- викторина.

Текущий контроль осуществляется на занятиях для отслеживания уровня освоения учебного материала программы и развития личностных качеств обучающихся.

Формы:

- презентация результатов кейса;
- информационный проект;
- исследовательский проект;
- инженерно-конструкторский проект.

Промежуточная аттестация проводится с целью выявления уровня освоения программы обучающимися и корректировки процесса обучения.

Формы:

- защита проекта, кейса.

Итоговая аттестация проводится с целью оценки уровня и качества освоения обучающимися программы (всего периода обучения по программе).

Формы:

- соревнования на скорость прохождения дистанции «Аэродрайв».

Для отслеживания и фиксации образовательных результатов используются:

для текущего контроля:

- материалы проектов и кейсов;
- видео- и фотоматериалы;

для промежуточной и итоговой аттестации:

- протоколы аттестации.

2.8. Оценочные материалы

Входная диагностика (входной контроль)

Форма: викторина.

Описание, требования к выполнению: викторина направлена на определение уровня сформированности знаний системы технических знаний в области авиастроения и конструкции летательных аппаратов.

Викторина проводится фронтально. Включает 5 заданий. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл.

Примерные вопросы для викторины:

1. Как называется корпус самолета, вертолета, планера? (фюзеляж)
2. Что позволяет самолету, планеру держаться в воздухе? (крылья)

3. Какая часть самолета предназначена для взлета и посадки? (шасси)
4. Как называется «руль» самолета? (штурвал)
5. Что удерживает квадрокоптер в воздухе? (пропеллеры, винты)

Критерии оценивания:

низкий уровень – 2 балла и менее;

средний уровень – 3-4 баллов;

высокий уровень – 5 баллов.

Текущий контроль

Текущий контроль проводится с целью объективной оценки качества освоения программы, а также стимулирования работы обучающихся, мониторинга результатов и подготовки к промежуточной аттестации. Текущий контроль осуществляется как в ходе теоретических занятий посредством введения в них элементов интерактива и беседы, так и в ходе выполнения практических работ. Во время практических работ педагог осуществляет наблюдение за правильностью выполнения обучающимися инструкций и технологических карт к ним, а также отслеживает активность обучающихся в выполнении частично регламентированных и творческих заданий. Кроме наблюдения в ходе занятий текущий контроль фактического усвоения материала проводится с использованием информационных технологий, что позволяет оценить уровень практических умений и навыков.

Комплекс упражнений для отработки навыков пилотирования

Упражнение 1. Висение хвостом к себе.

Выполняется на уровне колен над центральным перекрестием зоны полётов. Очень важно научиться удерживать квадрокоптер на одной высоте и в одной точке. Квадрокоптер может сноситься в сторону ветром, а по высоте он будет снижаться при снижении уровня заряда аккумулятора.

Взлетаем, удерживаем квадрокоптер на высоте 1 метра от земли прямо над местом взлета в течение 30 секунд. Двигая стик газа вверх-вниз, не двигаем им влево-вправо! В противном случае нос квадрокоптера будет поворачиваться. Тренируемся до тех пор, пока область удержания не сузится до размеров 0,7 метра в диаметре.

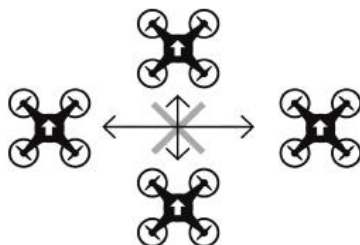
Совет: Пульт радиоуправления держим двумя руками, пальцы обеих рук всегда держатся за стики: левая – за стик газа/поворота, правая – направления вперед/назад/влево/вправо.

Двигаем стиками очень плавно. Для более точной координации движений рекомендуется держать стик указательным и толстым пальцами.

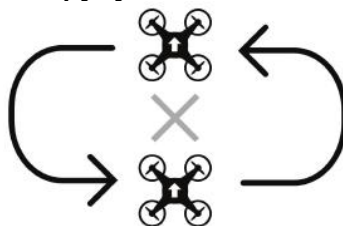
Замечание: Инерция. Воздух, как и вода, обладает низким трением, по этой причине квадрокоптер будет продолжать двигаться в заданном направлении, даже если переместить стик направления в центральное положение. Именно по этой же причине, если лодку в озере толкнуть от берега, она еще долго будет продолжать удаляться от него.



Упражнение 2. Полёты вперед-назад и влево-вправо хвостом к себе.



Упражнение 3. Полёт по кругу хвостом к себе.



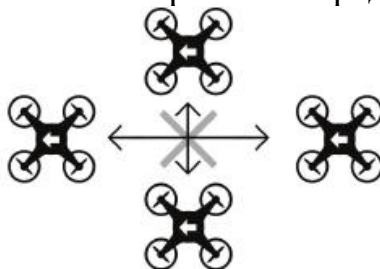
Упражнение 4. Висение боком к себе.

Квадрокоптер может быть повернут к вам носом, боком, хвостом, но если двигать стик направления вперёд, квадрокоптер полетит туда, куда смотрит его нос, а не туда, куда смотрите вы! Всегда знайте, где у квадрокоптера нос! Вращение носа осуществляется левым стиком: если наклонить его вправо-влево, квадрокоптер будет поворачивать нос по часовой стрелке либо против часовой стрелки.

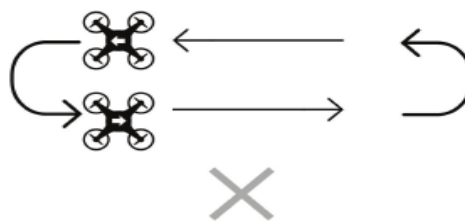
Взлетаем, удерживая высоту 1 метр, поворачиваем квадрокоптер по часовой стрелке на 180 градусов, поворачиваем обратно против часовой стрелки на 180 градусов, приземляемся в точку взлета. В этом задании самое трудное – удержать высоту. Отрабатываем задание, пока при развороте квадрокоптер не будет отклоняться по высоте не более 0,2 метра.



Упражнение 5. Полёты влево-вправо и вперед-назад боком к себе.



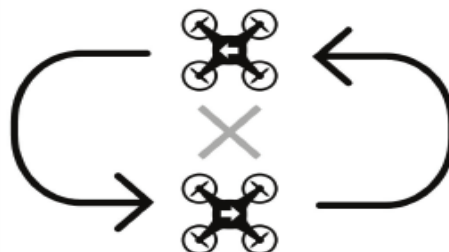
Упражнение 6. Полёт боком к себе по линии влево-вправо с разворотами в крайних положениях.



Упражнение 7. Висение носом к себе.



Упражнение 8. Полёт по кругу носом вперёд.



Критерии оценивания

низкий уровень – неуверенное выполнение фигур, процент ошибок более 50 %;

средний уровень – выполнение фигур стабильное, процент ошибок менее 25%;

высокий уровень – уверенное выполнение фигур, процент ошибок менее 5%.

Промежуточная аттестация

Форма: защита проекта, кейса.

Список примерных проектов (кейсов):

1. Усиление боковой защиты коптера.
2. Защитные приспособления для мягкой посадки коптера.
3. Способы усиления прочностных усиления рамы.

Параметры оценивания:

1. Теоретический уровень выполнения кейс-задания и выступления.
2. Полнота решения кейса.
3. Степень творчества и самостоятельности в подходе к анализу кейса и его решению. Доказательность и убедительность.
4. Форма изложения материала (свободная; своими словами; грамотность устной или письменной речи) и качество презентации.
5. Культура речи, жестов, мимики при устной презентации.
6. Полнота и всесторонность выводов.
7. Наличие собственных взглядов на проблему.

Критерии оценивания:

Низкий уровень	Кейс решен не полностью. Аргументация слабая. Защита кейса прочитана с листа. Выводы – неоднозначны. Отсутствует свой взгляд на проблему.
Средний уровень	Кейс выполнен. Аргументация и выводы – в рамках существующих общепринятых взглядов на проблему. Во время защиты обращается к тексту презентации.
Высокий уровень	Кейс выполнен полностью. Материал изложен свободно, своими словами. Каждый этап решения – доказательно аргументирован.

Презентация и защита проектов

Критерий	Требование	Балл
1. Самостоятельность в постановке проблемы и определении путей её решения	Проблема и пути решения самостоятельно не выявлены	0
	Проблема поставлена с помощью руководителя, самостоятельно определён один из возможных путей решения проблемы	1
	Проблема поставлена с незначительной помощью руководителя, самостоятельно определены не менее двух возможных путей решения проблемы, продемонстрирована способность приобретать новые знания и /или осваивать новые способы действий, достигать более глубокого понимания изученного	2
	Проблема и пути её решения выявлены самостоятельно, продемонстрирована способность на этой основе приобретать новые знания и /или достигать более глубокого понимания проблемы	3
		Мах 3 балла
2. Планирование путей достижения цели проекта	План достижения цели отсутствует	0
	Имеющийся план не обеспечивает достижения поставленной цели	1
	Краткий план состоит из основных этапов проекта	2
		Мах 2 балла
3. Разнообразие источников информации, целесообразность их использования	Большая часть представленной информации не относится к теме проекта	0
	Работа содержит незначительный объём подходящей информации из ограниченного числа однотипных источников	1
	Работа содержит достаточно полную информацию из разнообразных источников	2
		Мах 2 балла
4. Соответствие требованиям оформления письменной части	В письменной части работы отсутствует значительная часть структурного элемента	0
	В письменной части работы отсутствует незначительная часть структурного элемента	1
	В письменной части работы присутствуют все структурные элементы, между которыми прослеживаются логические связи.	2
	Работа содержит уместные схемы, рисунки, выполненные автором: в выполнении схем, рисунков отмечается небрежность	1
	Работа содержит уместные схемы, рисунки, выполненные автором: схемы, рисунки выполнены аккуратно	2
		Мах 4 балла, баллы суммируются
5. Качество	Проектный продукт отсутствует	0

проектного продукта	Проектный продукт не соответствует требованиям качества (соответствие заявленным целям, эстетика, удобство использования)	1
	Проектный продукт соответствует заявленным целям не по всем показателям	2
	Проектный продукт соответствует заявленным целям по всем показателям	3
	Проектный продукт не имеет практической значимости	0
	Проектный продукт имеет практическую значимость	1
	Проектный продукт имеет практическую значимость, может быть использован неоднократно	2
	Проектный продукт имеет высокую практическую значимость, может быть использован неоднократно, в разных сферах применения	3
		Макс 6 баллов, баллы суммируются
6. Качество проведённой презентации	Чтение по записям или частое обращение к ним	0
	Автор свободно излагает сообщения, обращается к записям изредка	1
	Речь не последовательна, логика выступления нарушена	0
	Изложение последовательно и логично	1
	Ответы на вопросы неразвёрнутые, неаргументированные	0
	Ответы на вопросы развёрнутые и аргументированные	1
	Выступление в рамках регламента	1
	Презентация отсутствует	0
	Содержание повторяет текст выступления	1
	Содержание дополняет текст выступления	2
	Информационное наполнение слайдов перегружено	0
	Информационная перегруженность отсутствует	1
	Объем текста удобен для восприятия	1
Цветовое решение не мешает восприятию	1	
		Максимум 9 баллов, баллы суммируются

Итоговая аттестация

Форма: соревнования на скорость прохождения дистанции «Аэродрайв!»

Описание, требования к выполнению: обучающийся должен пролететь установленную дистанцию с препятствиями в виде колец, ворот и т.д. наибольшее количество раз за установленный промежуток времени.

Диагностические материалы

Оценка уровня достижения результатов по программе обеспечивается комплексом согласованных между собой оценочных средств.

Оценка уровня освоения программы осуществляется по следующим показателям:

- Личностное развитие;
- Метапредметные умения и навыки;
- Предметные умения и навыки;

Теоретическая и практическая подготовка детей.

По каждому из показателей выделены критерии и определены уровни результативности: высокий, средний, низкий. Они занесены в таблицу ниже.

Показатели (оцениваемые параметры)	Критерии	Степень выраженности оцениваемого качества	Методы диагностики
Предметные результаты			
1. Теоретическая подготовка: 1.1. Теоретические знания (по основным разделам учебно-тематического плана программы)	Соответствие теоретических знаний программным требованиям	- низкий уровень (овладел менее чем ½ объема знаний)	Викторина для выявления уровня сформированности системы технических знаний в области авиастроения и конструкции летательных аппаратов
		- средний уровень (овладел более ½ объема знаний)	
		- высокий уровень (освоил практически весь объем знаний данной программы)	
1.2. Владение специальной терминологией	Осмысленность и правильность использования	- низкий уровень (избегает употреблять спец. термины)	
		- средний уровень (сочетает специальную терминологию с бытовой)	
		- высокий уровень (термины употребляет осознанно и в полном соответствии с их содержанием)	
2. Практическая подготовка: 2.1. Практические умения и навыки, предусмотренные программой (по основным разделам)	Соответствие практических умений и навыков программным требованиям	- низкий уровень (овладел менее чем ½ предусмотренных умений и навыков);	Соревнования внутри ТО по следующим направлениям: 1. Сборка квадрокоптера. 2. Визуальное пилотирование. 3. FPV – полеты. 4. Соревнования на скорость прохождения дистанции «Аэродрыв»
		- средний уровень (овладел более ½ объема освоенных умений и навыков);	
		- высокий уровень (овладел практически всеми умениями и навыками, предусмотренными программой)	
2.2. Владение специальным оборудованием и оснащением	Отсутствие затруднений в использовании	- низкий уровень (испытывает серьезные затруднения при работе с оборудованием)	
		- средний уровень (работает с помощью педагога)	
		- высокий уровень (работает самостоятельно)	
2.3. Творческие навыки	Креативность в выполнении практических заданий	- низкий (начальный - элементарный, выполняет лишь простейшие практические задания)	Методика на определение уровня развития технического мышления обучающихся. Тест Беннета https://pandia.ru/text/80/495/83977.php
		- средний (репродуктивный - задания выполняет на основе образца)	
		- высокий (творческий - выполняет практические задания с элементами творчества)	

Метапредметные результаты			
3. Метапредметные умения и навыки: 3.1. Учебно-интеллектуальные умения: 3.1.1. Умение подбирать и анализировать спец. литературу	Самостоятельность в подборе и анализе литературы	- низкий (испытывает серьезные затруднения, нуждается в помощи и контроле педагога)	Наблюдение. Методика «Мотивы учебной деятельности» https://psyttests.org/emvol/dnum.html
		- средний (работает с литературой с помощью педагога и родителей)	
		- высокий (работает самостоятельно)	
3.1.2. Умение пользоваться компьютерными источниками информации	Самостоятельность в пользовании	Уровни по аналогии с п. 3.1.1. - низкий -средний -высокий	
3.1.3. Умение осуществлять учебно-исследовательскую работу (рефераты, исследования, проекты)	Самостоятельность в учебно-исследовательской работе	Уровни по аналогии с п. 3.1.1. - низкий -средний -высокий	
3.2. Учебно - коммуникативные умения: 3.2.1. Умение слушать и слышать педагога	Адекватность восприятия информации, идущей от педагога	Уровни по аналогии с п. 3.1.1. - низкий -средний -высокий	Наблюдение
3.2.2. Умение выступать перед аудиторией	Свобода владения и подачи подготовленной информации	Уровни по аналогии с п. 3.1.1. - низкий -средний -высокий	
3.3. Учебно-организационные умения и навыки: 3.3.1. Умение организовать свое рабочее (учебное) место	Самостоятельная подготовка и уборка рабочего места	Уровни по аналогии с п. 3.1.1. - низкий -средний -высокий	Наблюдение
3.3.2. Навыки соблюдения ТБ в процессе деятельности	Соответствие реальных навыков соблюдения ТБ программным требованиям	- низкий уровень (овладел менее чем 1/2 объема навыков соблюдения ТБ);	
		- средний уровень (овладел более 1/2 объема освоенных навыков)	
		- высокий уровень (освоил практически весь объем навыков)	
3.3.3. Умение аккуратно выполнять работу	Аккуратность и ответственность в работе	- низкий уровень - средний уровень - высокий уровень	

Личностные результаты			
4. Личностное развитие 4.1. Организационно-волевые качества: Терпение, воля, самоконтроль	Способность выдерживать нагрузки, преодолевать трудности. Умение контролировать свои поступки	- низкий (терпения хватает меньше, чем на ½ занятия, волевые усилия побуждаются извне, требуется постоянный контроль извне)	Наблюдение. Методика исследования ценностных ориентаций личности (модификация Е.Б. Фанталовой) https://psytests.org/life/uscd.html
		- средний (терпения хватает больше, чем на ½ занятия, периодически контролирует себя сам)	
		- высокий (терпения хватает на все занятие, контролирует себя всегда сам)	
4.2. Ориентационные качества: 4.2.1. Самооценка	Способность оценивать себя адекватно реальным достижениям	- низкий уровень (не умеет оценивать свои способности в достижении поставленных целей и задач, преувеличивает или занижает их)	
		- средний уровень (умеет оценивать свои способности, но знает свои слабые стороны и стремится к самосовершенствованию, саморазвитию)	
		- высокий уровень (адекватно оценивает свои способности и достижения)	
4.2.2. Мотивация, интерес к занятиям в ТО	Осознанное участие детей в освоении программы	- низкий уровень (интерес продиктован извне)	
		- средний уровень (интерес периодически поддерживается самим)	
		- высокий уровень (интерес постоянно поддерживается самостоятельно)	
4.3. Поведенческие качества: 4.3.1. Конфликтность	Отношение детей к столкновению интересов (спору) в процессе взаимодействия	- низкий уровень (периодически провоцирует конфликты)	
		- средний уровень (в конфликтах не участвует, старается их избегать)	
		- высокий уровень (пытается самостоятельно уладить конфликты)	
4.3.2. Тип сотрудничества (отношение детей к общим делам д/о)	Умение воспринимать общие дела, как свои собственные	- низкий уровень (избегает участия в общих делах)	
		- средний уровень (участвует при побуждении извне)	
		- высокий уровень (инициативен в общих делах)	

2.9. Методические материалы

Список основной литературы

1. Астахова, Н.Л. Дроны и их пилотирование, с чего начать / Астахова Н.Л., Лукашов В.А.–СПб.: БХВ-Петербург, 2021. – 224 с.
2. Булат, П.В., Дудников, С.Ю., Кузнецов, П.Н. Основы аэродинамики беспилотных воздушных судов: Учебное пособие / Булат П.В., Дудников С.Ю., Кузнецов П.Н. – М.: Издательство «Спутник», 2021. – 273 с.
3. Лысухо, Г.В. Квадрокоптер: динамика и управление / Лысухо Г.В., Масленников А.Л.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2020. – 14 с.

Список дополнительной литературы

1. Белинская, Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета / Молодежный научно-технический вестник // Ю.С. Белинская. – МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. Журнал. – 2013. – № 4.
2. Гурьянов, А.Е. Моделирование управления квадрокоптером / Инженерный вестник // А.Е. Гурьянов. – МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. – 2014. – № 8.
3. Канатников, А.Н. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости /Наука и образование / А.Н. Канатников // МГТУ им. Н.Э. Баумана. – Электрон. журн. – 2012. – № 3.
4. Конструирование и программирование квадрокоптеров / О.В. Понфиленок [и др.]; под ред. О.В. Понфиленок. – Москва, 2019. – 50 с.
5. Мирошник, И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И.В. Мирошник. – СПб: Питер, 2005. – 337 с.

Список цифровых ресурсов

1. Архив номеров журнала «Квант» [электронный ресурс]: «Kvant». – Режим доступа: <http://kvant.mcsme.ru/> - (Дата обращения 11.06.2024).
2. Ефимов, Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino [электронный ресурс]: «habrahabr». – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> - (Дата обращения: 26.04.2024).
3. Симуляция некоторых физических процессов [электронный ресурс]: «Falstad». – Режим доступа: <http://www.falstad.com/mathphysics.html> - (Дата обращения 11.06.2024).