

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АДМИНИСТРАЦИИ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ТУАПСИНСКИЙ МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ОКРУГ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ Г. ТУАПСЕ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТУАПСИНСКИЙ РАЙОН

Принята на заседании
педагогического совета
МБОУ ДО СЮТ г. Туапсе
от «30» мая 2025 г.
Протокол № 4



УТВЕРЖДАЮ
Директор МБОУ ДО СЮТ г. Туапсе
Н.С. Логинова
2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ
«ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ
БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ»**

Уровень программы: базовый
Срок реализации программы: 144 часа
Возрастная категория: 11-17 лет
Состав группы: 10-12 человек
Форма обучения: очная
Вид программы: модифицированная
Программа реализуется на бюджетной основе
ID-номер программы в Навигаторе: 78237

Автор-составитель:
педагог дополнительного образования
Гречко Иван Сергеевич

г. Туапсе, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. «Комплекс основных характеристик образования: объем, содержание, планируемые результаты».....	3
1.1. Пояснительная записка.....	3
1.2. Цель и задачи программы.....	6
1.3. Содержание программы.....	7
1.4. Планируемые результаты.....	20
Раздел 2. «Комплекс организационно-педагогических условий, включающий формы аттестации».....	23
2.1. Календарный учебный график.....	23
2.2. Условия реализации программы.....	29
2.3. Формы аттестации.....	31
2.4. Оценочные материалы.....	32
2.5. Методические материалы.....	35
Список литературы.....	45
Приложение	47
Приложение	48
Приложение	50

Раздел 1. «Комплекс основных характеристик образования: объем, содержание, планируемые результаты»

1.1. Пояснительная записка

Направленность программы «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» - техническая с естественнонаучными элементами. Данная программа по БПЛА составлена в соответствии с основными положениями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования и реализует актуальные на сегодняшний день компетентностный, личностно-ориентированный и деятельностный подходы. Программа составлена на основе примерной дополнительной общеразвивающей программы ООО «ГЕОСКАН» «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» и ориентирована в первую очередь на школьников 11-17 лет, желающих изучить сферы использования беспилотных летательных аппаратов и получить практические навыки в конструировании, пилотировании, настройке и программировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Изучение БПЛА дает возможность объединить программирование и конструирование в одном курсе, что способствует интегрированию преподавания технологии, информатики, математики, физики, черчения, естественных наук с развитием инженерного мышления, через техническое творчество.

Актуальность программы.

В последние годы значительно возросла популярность малых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с дистанционным управлением и, в частности, мультикоптеров. Если раньше БПЛА воспринимались большинством людей лишь как высокотехнологичные игрушки, то сейчас ситуация изменилась. Многие из этих аппаратов используются для выполнения серьезных задач: фото- и видеосъемки, доставки небольших грузов, наблюдения и мониторинга различных объектов, процессов и явлений (в том числе наблюдения за труднодоступными объектами) и т.д. Технологии, лежащие в основе мультикоптеров, развиваются очень быстро и предполагают разработку современных аккумуляторов, навигационного оборудования, бортовых компьютеров.

Исходя из данных представлений обозначается и основной подход к подготовке участников — компетентностный, а также форма итоговой аттестации, максимально приближенная к условиям соревнований.

Новизна образовательной программы обеспечивается использованием современных педагогических технологий, методов и приемов; различных техник и способов работы; современного оборудования, позволяющего исследовать, создавать и моделировать различные БПЛА; применять системы машинного обучения пилотированию, а так же подготовить учащихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами, и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом направлении.

Содержание дополнительной общеобразовательной программы «Основы управления беспилотных летательных аппаратов» направлено на формирование и развитие творческих способностей учащихся, их раннее профессиональное самоопределение и личностное развитие, а также на выявление и поддержку талантливых и одаренных детей.

В процессе решения практических задач, кейсов и поиска оптимальных решений учащиеся осваивают понятия баланса конструкции, ее оптимальной формы, прочности, устойчивости, жесткости и подвижности, а также законы физики, участвующие в процессе полета коптера.

Обучающая среда позволяет учащимся использовать и развивать навыки конкретного познания, строить новые знания на привычном фундаменте. В то же время новым для учащихся является работа над проектами, включающая изучение дополнительной литературы.

Также проводится обучение анализу собранного материала и аргументации правильности его выбора. В ходе занятий повышается коммуникативная активность каждого ребенка, происходит развитие его творческих способностей. Повышается мотивация к учению. Занятия помогают усваивать математические и логические задачи, связанные с объемом и площадью, а также другие математические знания, так как для создания проектов требуется проведение простейших расчетов и подготовка чертежей.

Педагогическая целесообразность программы состоит в том, что после ее освоения учащиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, взаимодействие и принципы работы всех его систем, а также управление БПЛА. Использование различных методов и инструментов развития soft-skills у детей (игро-Практикум, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков. У обучающихся, занимающихся БПЛА, улучшается память, развивается мелкая моторика и пространственное мышления, речь становится более логической.

Отличительные особенности программы.

Отличительная особенность программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

При реализации дополнительной общеобразовательной программы рекомендуется широко применять игровые технологии.

Интерактивная технология оценивания результатов обучения:

Для оценки результатов освоения дополнительной общеобразовательной программы используются компетентностный, игровой и практико-ориентированный подходы. В процессе обучающиеся в игровой форме осваивают новый материал и закрепляют изученный при этом зарабатывая скилсы¹. Дети, которые заработали больше всего скилсов, получают

¹ Скилс (от английского skill — «умение») — поощрительная единица.

возможность руководить своим собственным проектом в командах. Скилс (компетентный подход к оценке результатов) используется с целью сделать обучение более увлекательным. Также немаловажным фактором для достижения более высоких результатов по программе является соревновательный момент, который делает обучение более мотивирующим.

Адресат программы.

Данная программа разработана в соответствии с возрастными и психофизиологическими особенностями детей 11-17 лет. Курс «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» предназначен для учащихся с 5-го по 11-й классы, вне зависимости от начальных знаний, возраста и пола детей.

Медицинские противопоказания отсутствуют. По данной программе, также, могут заниматься учащиеся с ограниченными возможностями здоровья. Для данной категории учащихся разрабатывается индивидуальный образовательный маршрут, который планируется по форме (приложение 1).

Набор в объединение производится по желанию учащихся и в соответствии с положением «О порядке приема, перевода, отчисления, восстановления и учета движения учащихся МБОУ ДО СЮТ г. Туапсе». Состав группы постоянный, разновозрастной. Группы формируются по 10-12 человек.

Уровень программы, объем и сроки.

Программа реализуется на базовом уровне, ее объем составляет 144 часа (64 часа – 1-ое полугодие, 80 часов – 2-ое полугодие). Занятия по программе проводятся 2 раз в неделю по 2 учебных часа в день, с перерывом 15 минут.

Форма обучения.

Форма обучения программы «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» - очная. В процессе занятий сочетаются индивидуальная, групповая и коллективная формы работы.

Режим занятий.

Продолжительность занятий устанавливается в зависимости от возрастных и психофизиологических особенностей, допустимой нагрузки учащихся с учетом СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 учебных часа с переменой 15 минут. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической части и практической, большее количество времени занимает практическая часть.

Особенности организации образовательного процесса.

Набор учащихся производится по желанию учащихся и их родителей (законных представителей). Родителям необходимо учитывать, что во время занятий учащиеся проводят много времени за компьютером и это оказывает негативное влияние на зрение.

Основной формой организации образовательного процесса по программе «Основы управления беспилотных летательных аппаратов» является учебное

занятие, включающее теоретическую и практическую части с применением дистанционных технологий и (или) электронного обучения.

Состав групп постоянный, разновозрастной, принимаются все желающие, предоставившие необходимые документы.

Программа предоставляет учащимся возможность освоения учебного содержания занятий с учетом их уровней общего развития, способностей, мотивации. В рамках программы предполагается реализация параллельных процессов освоения содержания программы на разных уровнях доступности и степени сложности, с опорой на диагностику стартовых возможностей каждого из участников. Содержание, предлагаемые задания и задачи, предметный материал программы дополнительного образования детей организованы в соответствии со следующими уровнями сложности: учащимся предлагается знакомство с основными представлениями, не требующими владения специализированными предметными знаниями концепциями, участие в решении заданий и задач, обладающих минимальным уровнем сложности, необходимым для освоения содержания программы.

Виды занятий: лекции, практические, выполнение самостоятельной работы, презентация проектов, аудио- и видеоконференции, участие в соревнованиях и конкурсах.

1.2. Цель и задачи программы

Цель программы.

Создание условий для развития инженерных компетенций учащихся через организацию проектной деятельности в процессе обучения конструирования, моделирования и программирования БПЛА, для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации учащихся для формирования раннего профессионального самоопределения учащихся возможного продолжения учёбы в технических ВУЗах и последующей их работы по специальностям, связанным с робототехникой и авиастроением.

Программа направлена на развитие интереса к проектной, конструкторской и научной деятельности, значительно расширяющей кругозор и образовательный уровень учащегося.

Задачи.

Образовательные:

- дать первоначальные знания по устройству квадрокоптера;
- научить основным приемам сборки и программирования квадрокоптера;
- способствовать формированию общенаучных и технологических навыков конструирования, проектирования, программирования;
- познакомить с правилами безопасной работы с инструментами, необходимыми при конструировании квадрокоптера;
- способствовать формированию обще учебных и универсальных навыков (формулировать цели деятельности, планировать ее, осуществлять библиографический поиск, находить и обрабатывать необходимую информацию из различных источников, включая Интернет, и др.);

- рассмотреть вопросы практической значимости БПЛА в жизни человека;
- научить приемам реализации технических проектов;
- научить настраивать и находить повреждения в конструкции квадрокоптера.

Личностные:

- развивать познавательные потребности и способности, творческую креативность;
- развивать мелкую моторику, внимательность, аккуратность и изобретательность;
- содействовать развитию логического мышления и памяти;
- развивать внимание, речь, коммуникативные способности;
- развивать умение работать;
- развивать умение принимать нестандартные решения в процессе конструирования и программирования;
- развивать личностное и профессиональное самоопределение учащихся.

Метапредметные:

- формировать творческое отношение к выполняемой работе;
- воспитывать умение работать в коллективе;
- содействовать формированию лидерских качеств и чувства ответственности как необходимых качеств для успешной работы в команде;
- формировать активную личностную позицию;
- воспитывать дисциплинированность, ответственность, самоорганизацию;
- мотивировать на достижение коллективных целей.

1.3. Содержание программы Учебный план

Таблица 1

№	Название раздела	Количество часов			Формы аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практикум	
Модуль 1 (I –е полугодие) 64ч					
Раздел 1. Введение в курс БПЛА 30 ч.(15/15)					
1.1.	Техника безопасности и правила поведения. Вводная лекция о содержании курса.	2	1	1	Педагогическое наблюдение. Беседа
1.2.	Введение в историю БПЛА.	2	1	1	Беседа. Опрос
1.3.	История БПЛА.	2	1	1	Беседа. Опрос
1.4.	Типы БПЛА.	2	1	1	Беседа. Опрос
1.5.	Типы БПЛА.	2	1	1	Беседа, опрос
1.6.	Теоретические основы БПЛА Детали и узлы квадрокоптера	2	1	1	Беседа, опрос

1.7.	Бесколлекторные двигатели. □	2	1	1	Педагогическое наблюдение
1.8.	Коллекторные двигатели.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
1.9.	Техника безопасности при обращении с двигателями.	2	1	1	Беседа, опрос
1.10.	Аккумулятор.	2	1	1	Беседа, опрос
1.11.	Техника безопасности при обращении с аккумулятором.	2	1	1	Беседа, опрос
1.12.	Полетный контроллер.	2	1	1	Беседа, опрос
1.13.	Приемник. Техника безопасности.	2	1	1	Беседа, опрос
1.14.	Полетный контроллер.	2	1	1	Беседа, опрос
1.15.	Пульт управления. Техника безопасности	2	1	1	Беседа, опрос
Раздел 2. Сборка беспилотных авиационных систем □ 10 (5/5)ч.					
2.1.	Знакомство с оборудованием. Брифинг по курсу.	2	1	1	Беседа, опрос
2.2.	Конструирование квадрокоптера «Пионер мини»	2	1	1	Беседа, моделирование
2.3.	Настройки полетного контроллера квадрокоптера «Пионер мини»	2	1	1	Беседа, моделирование
2.4.	Подключение пульта управления к приемнику.	2	1	1	Педагогическое наблюдение. Устный опрос.
2.5.	Подключение одного пульта управления к нескольким квадрокоптерам одновременно.	2	1	1	Педагогическое наблюдение. Устный опрос.
Раздел 3. Пилотирование 24 ч.(7 /17)					
3.1.	Обучение управления квадрокоптером в виртуальном симуляторе FreeRide FPV	2	2	0	Педагогическое наблюдение
3.2.	Интерфейс FreeRide FPV.. Основы работы в программе.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
3.3.	Управление квадрокоптером в виртуальном симуляторе FreeRide FPV	2	0	2	Педагогическое наблюдение
3.4.	Теория ручного визуального пилотирования	2	1	1	Педагогическое наблюдение
3.5.	Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск	2	1	1	Педагогическое наблюдение
3.6.	Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления..	2	1	1	Педагогическое наблюдение. Устный опрос.
3.7.	Полеты на квадрокоптере. Изучение упражнений	2		2	Педагогическое наблюдение

3.8.	Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Чеклисты.».	2	1	1	Беседа. Опрос
3.9.	Изучение упражнений (Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-назад, влево-вправо. Посадка.)	2		2	Педагогическое наблюдение
3.10.	Изучение упражнений. Полёт по кругу хвостом к себе. Висение боком к себе.	2		2	Педагогическое наблюдение
3.11.	Изучение упражнений. Полет взад-вперед и влево-вправо боком к себе.	2		2	Педагогическое наблюдение
3.12.	Закрепление материала с использованием интерактивного приложения «Кто хочет стать»	2		2	Беседа. Тест
Модуль 2 (II –е полугодие) 80ч(14/66)					
Раздел 4. Программирование 30 ч.(4/26)					
4.1.	Основы работы в программной среде TRIK Studio. □ Интерфейс	2	1	1	Педагогическое наблюдение
4.2.	Интерфейс TRIK Studio. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ).	2	1	1	Устный опрос. Педагогическое наблюдение
4.3.	Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ).	2	0	2	Педагогическое наблюдение
4.4.	Интерфейс TRIK Studio. Взаимодействие с НСУ. Компиляция.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
4.5.	Взаимодействие с НСУ. Компиляция.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
4.6.	Скриптовый язык программирования Lua.	2	0,5	1,5	Устный опрос. Педагогическое наблюдение
4.7.	Синтаксис Lua. Создание программы на языке Lua.	2	0,5	1,5	Устный опрос. Педагогическое наблюдение
4.8.	Создание программы «Движение по квадрату».	2		2	Педагогическое наблюдение
4.9.	Запуск и отладка программы «Движение по квадрату».	2		2	Педагогическое наблюдение
4.10.	Создание программы «Полет по траектории».	2		2	Педагогическое наблюдение
4.11.	Запуск и отладка программы «Полет по траектории».	2		2	Педагогическое наблюдение
4.12.	Отработка программ в системе позиционирования в помещении	2		2	Педагогическое наблюдение
4.13.	Теоретические основы системы позиционирования. Монтаж ультразвуковых датчиков. Радиомодуль.	2	1	1	Беседа. Педагогическое наблюдение
4.14.	Первый запуск автономной программы. Знакомство с LPS.	2		2	Педагогическое наблюдение
4.15.	Полет с граничными условиями.	2		2	Педагогическое наблюдение
Раздел 5. Аэрофотосъемка 20 ч.(6/14)					

5.1.	Основы аэрофотосъемки. □Выбор оборудования.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
5.2.	Изучение принципов аэрофотосъемки.	2	1	1	Устный опрос. Педагогическое наблюдение
5.3.	Работа в Agisoft Metashape. Интерфейс Agisoft Metashape.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
5.4.	3D-моделирование в Agisoft Metashape.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
5.5.	Практическая работа. Аэрофотосъемка.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
5.6.	Автоматическая съемка объекта с использованием прототипирования	2	1	1	Беседа, опрос
5.7.	Разработка технологии автоматической съемки объекта.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
5.8.	Разработка технологии автоматической съемки объекта.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
5.9.	Разработка автономных программ съемки объекта.	2		2	Педагогическое наблюдение
5.10.	Закрепление материала.	2		2	Итоговая аттестация по разделу
Раздел 6. Создание групповых проектов □ 20 ч.(3/17)					
6.1.	Работа над проектом. Правила работы в команде. Основы проектной деятельности.	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение
6.2.	Деление на команды. Создание паспорта проекта и его эскиза.	2	0,5	1,5	Педагогическое наблюдение
6.3.	Работа над проектом.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
6.4.	Работа над проектом.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
6.5.	Содержание проекта.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
6.6.	Продолжение работы проектом. Сроки и место реализации проекта.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
6.7.	Подготовка презентации проекта	2	0	2	Педагогическое наблюдение
6.8.	Подготовка презентации проекта	2	0	2	Педагогическое наблюдение
6.9.	Предзащита проекта.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
6.10.	Защита проекта.	2	0	2	Подведение итогов
Раздел 7. Итоговые соревнования 10 ч.(1/9)					
7.1.	Правила проведения соревнований. Регламент соревнований.	2	1	1	Педагогическое наблюдение
7.2.	Регистрация на портале соревнований. Анализ критериев соревнований. □.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
7.3.	Подготовка к соревнованиям.	2	0	2	Педагогическое наблюдение

7.4.	Подготовка к соревнованиям.	2	0	2	Педагогическое наблюдение
7.5.	Соревнования. Проведение соревнований.	2	0	2	Участие в соревнованиях
Итого:		144	41	103	

Содержание программы (144ч)

Раздел 1. Введение в курс БПЛА

Тема 1. Техника безопасности. Вводная лекция о содержании курса...

Теория: Инструктаж по ТБ. Структура и содержание занятий, основные цели. Анализ анкетирования. Выявление сильных сторон учащихся (проектирование и программирование).

Практикум:

Командная игра «Знакомство». Анкетирование обучающихся. Подведение итогов.

Тема 2. Введение в историю и типы БПЛА.

Теория: Принципы проектирования и строения мультикоптеров. Типы беспилотных летательных аппаратов. История развития квадрокоптеров. .

Практикум: Проверка знаний по изученной теме.

Тема 3. Теоретические основы БПЛА.

Теория: Основы электричества. Детали и узлы квадрокоптера: аккумулятор, бесколлекторные двигатели, полетный контроллер, приемник, регулятор скорости, винты. Техника безопасности при работе с деталями и узлами квадрокоптера.

Практикум: Проверка знаний по изученной теме. Тест. Викторина.

Раздел 2. Сборка беспилотных авиационных систем

Тема 1. Знакомство с оборудованием. Брифинг по курсу.

Теория: Понятие техники, механизма, сборочной единицы. Разъемные и неразъемные соединения. Правила и приемы монтажа изделий из наборов квадрокоптера «Пионер Мини». Техника безопасности при работе с квадрокоптерами.

Тема 2. Конструирование квадрокоптера «Пионер мини» и настройки полетного контроллера .

Теория: Аэродинамика.

Практикум: Сборка корпуса квадрокоптера. Установка и подключение полетного контроллера. Подключение бесколлекторных двигателей. Проверка направления вращения. Подключение аккумулятора. Проверка работоспособности всех систем. Подключение полетного контроллера к компьютеру. Загрузка прошивки в память полетного контроллера. Установка пропеллеров. Настройка функций удержания высоты и курса. Подключение пульта управления к приемнику. Подключение одного пульта управления к нескольким квадрокоптерам одновременно. Настройка пульта управления через сенсорную панель.

Раздел 3. Пилотирование

Тема 1. Обучение управлению квадрокоптером в виртуальном симуляторе

Теория: Виртуальный симулятор FreeRide FPV. Интерфейс.

Практикум:

Управление квадрокоптером в виртуальном симуляторе FreeRide FPV.

Тема 2. Теория ручного визуального пилотирования.

Теория: Основы работы в программе. Анализ полетов и ошибок пилотирования. Техническое обслуживание квадрокоптера.

Практикум: Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления.

Тема 3. Полеты на квадрокоптере. Изучение упражнений.

Теория: Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Предполетные процедуры.

Практикум: Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Привыкание к пульту управления. Взлет на малую высоту. Зависание. Удержание заданной высоты в ручном режиме. Полет на малой высоте по траектории. Полет с использованием функций удержания высоты и курса. Прохождение чеклиста по подготовке. Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-назад, влево-вправо. Посадка. Полёт по кругу хвостом к себе. Висение боком к себе. Полет зад-вперед и влево-вправо боком к себе. Полёт боком к себе влево-вправо по одной линии с разворотом. Полёт лицом к себе. Висение. Вперед-назад, влево-вправо лицом к себе. Полёт по кругу носом вперед. Восьмёрка носом вперёд. Викторина «Крестики-нолики». Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса.

Раздел 4. Программирование

Тема 1. Основы работы в программной среде TRIK Studio.

Теория: Введение в программирование. Понятие программирования. Основы работы за компьютером. Языки программирования и их классификации. Обзор программной среды TRIK Studio.

Практикум: Интерфейс программной среды TRIK Studio.

Тема 2. Обучение основам программирования на языке Lua.

Теория: Обзор языков программирования высокого уровня. Скриптовый язык программирования Lua. Синтаксис. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ).

Практикум: Создание программ на языке Lua. Компиляция. Создание первых программ. Взлет. Полет в точку. Мигание светодиодов.

Тема 3. Создание автономных программ.

Теория: Создание программы «Движение по квадрату».

Практикум. Создание программы «Движение по квадрату». Создание программы «Полет по траектории».

Тема 4. Отработка программ в системе позиционирования в помещении

Теория: Теоретические основы системы позиционирования..

Практикум: Монтаж ультразвуковых датчиков. Радиомодуль. Первый запуск автономной программы. Полет с граничными условиями. Подведение итогов. Проверка знаний по изученной теме. Тест. Решение кейса..

Раздел 5. Аэрофотосъемка

Тема 1. Выбор оборудования. Изучение принципов аэрофотосъемки

Теория: Основы аэрофотосъемки. Предназначение. Выбор оборудования. Сравнительная характеристика.

Практикум: Выбор оборудования.

Тема 2. Работа в Agisoft Metashape. 3D-моделирование.

Теория: Основные принципы работы в Agisoft Metashape. Интерфейс. Основные принципы работы с 3D-оборудованием. Техника безопасности при работе с 3D-оборудованием.

Практикум: Моделирование защиты винтов. Конкурс на лучший и облегченный корпус. 3D-моделирование сложных систем. Пробная печать на 3D-принтере. Кейс-игра «Фоторужье». Решение кейса «Прототип».

Тема 3. Автоматическая съемка объекта с использованием прототипирования

Теория: Разработка технологии автоматической съемки объекта.

Практикум: Разработка технологии автоматической съемки объекта. Разработка автономных программ. Закрепление материала

Раздел 6. Создание групповых проектовТема 1. Работа над проектом .

Теория: Правила работы в команде. Основы проектной деятельности. Содержание проекта. Сроки и место реализации проекта. Анализ проделанной работы.

Практикум: Деление на команды. Создание паспорта проекта и его эскиза. Создание конструкции проекта. Создание программы для проекта.

Тема 2. Защита проекта .

Практикум: Создание визуальной презентации. Верификация проекта. Защита проекта на научно-технической конференции.

Раздел 7. Итоговые соревнования.Тема 1. Правила проведения соревнований.

Теория: Регламент соревнований. Анализ критериев соревнований.

Практикум. Корректировка модели. Публикация фото- и видеоматериалов, необходимых для участия в соревнованиях.

Тема 2. Соревнования.

Практикум. Проведение соревнований. Визуальная проверка модели. Корректировка модели.

Воспитательная работа

Воспитательная деятельность в объединениях дополнительного образования имеет две важные составляющие – индивидуальную работу с каждым учащимся и формирование детского коллектива.

Влиять на формирование и развитие детского коллектива в объединении дополнительного образования педагог может через:

а) создание доброжелательной и комфортной атмосферы, в которой каждый ребенок мог бы ощутить себя необходимым и значимым;

б) создание «ситуации успеха» для каждого учащегося, чтобы научить самоутверждаться в среде сверстников социально адекватным способом;

в) использование различных форм массовой воспитательной работы, в которых каждый учащийся мог бы приобрести социальный опыт, пробуя себя в разных социальных ролях;

г) создание в творческом объединении органов детского самоуправления, способных реально влиять на содержание его деятельности.

Способность действовать в команде просто незаменима современному человеку. От природы у каждого человека силен дух соперничества, и возможность перейти от конкуренции к сотрудничеству - это и есть способности к командообразованию. Командообразование опирается на взаимопомощь, умение действовать слаженно, чуткость, терпение, уважение других и самоуважение. Всего этого часто не хватает в подростковой среде. Умение работать в команде сильно пригодится человеку во взрослой жизни - в партнерских отношениях на работе и в семье.

Комплекс игровых упражнений, используемый в данной программе, даст возможность каждому учащемуся осознать свои умения и навыки по отношению к себе, к товарищам и к педагогу. Характерными особенностями упражнений данного комплекса является их направленность на командообразование и проведение сеанса рефлексии в конце занятия. Важной составляющей этих группы игр является коррекция поведения подростков, стабилизация их эмоционального состояния и самооценки. Дети учатся лучше слышать друг друга, убедительнее излагать мысли, осознавать свои возможности и ценность коллективной работы.

Игры на командообразование

Возможные цели применения командообразующих игр:

- Необходимо поддержать или создать дружеские отношения в группе;
- Необходимо наладить взаимодействие между различными командами, между учащимися разных объединений;
- Вы хотите познакомить учащихся новой группы или членов различных команд в неформальной обстановке;
- В команде или между ее некоторыми членами возникла конфликтная ситуация;
- В коллективе ощущается хроническая усталость, напряженная эмоциональная атмосфера;
- Новых участников необходимо адаптировать, «вливать» в коллектив;
- В команде произошли некоторые структурные изменения: объединение команд, уход и приход новых участников;
- Необходимо повысить уровень доверия и взаимопомощи между учащимися;
- Необходимо, чтобы команда/группа научилась работать согласованно;
- В планах/регламенте изменились направления работы, ставятся новые глобальные цели, программы.

Первоначально проводятся игры на создание дружественной, теплой обстановки:

1. Игра **«Как хорошо, что Ты здесь!»**. Помогает наладить взаимоотношения членов команды, познакомить всех со всеми, снять напряжение в эмоциональной сфере среди незнакомых учащихся.

2. **«Стратегическая игра на командообразование»**. Помогают членам команды/группы найти для себя наиболее комфортное положение в ней. Раскрывают межличностные симпатии и устанавливают неформальные связи.

3. **«Из спичек – имена»**. Помогает участникам лучше узнать и запомнить друг друга, формирует навык совместной работы и коллективного решения задачи.

4. **«Ищи и найди»**. Помогает раскрепостить детей, используется для снятия тактильных барьеров.

5. **«Сесть на скамейку»** Помогает улучшить взаимодействие в группе, сплачивает команду.

6. **«Ирландская дуэль»**. Интенсивная двигательная активность во время игры снимает нервное напряжение и усталость.

7. **«Ужасный секрет»** Снимает напряжение, раскрывает межличностные симпатии, помогает раскрепощению детей.

8. **«Клад»** Помогает развить навык совместной работы и коллективного решения задачи, повышает ответственность, выявляет лидерские качества.

9. **«Я желаю тебе завтра...»** Нацелена на создание дружественной, теплой обстановки, развивает коммуникативный навык

10. **«Хрюк по кругу»** Игра призвана оживить обстановку.

11. **«Улыбка по кругу»** Нацелена на создание дружественной, теплой обстановки, развивает артистизм, снижает напряжение

12. **«Ртуть в пальце»** Игра направлена на активизацию и концентрацию внимания участников.

13. **«Счет Чингисхана»** Цель проведение этой разминки позволит мобилизовать концентрацию и внимание участников. Финал упражнения гарантирует массу положительных эмоций.

14. **«Лови кастрюлю!»** Цель - разминка способствует активизации креативности участников и поднятию их настроения и тонуса.

Финансовая грамотность

Финансовое воспитание и формирование финансовой грамотности детей – актуальный тренд, который обсуждают, практикуют и внедряют в жизнь все больше.

Финансовая грамотность — это умение использовать знания и навыки для принятия правильных решений, связанных с деньгами и тратами. Финансовая грамотность затрагивает большой круг различных финансовых тем, начиная от ежедневных навыков ведения персонального финансового учета до долгосрочного планирования личных финансов для выхода на пенсию.

Познавая финансовую грамотность, дети проясняют для себя связи между работой, заработком, затратами и сбережениями; раньше понимают цену деньгам и учатся правильно принимать финансовые решения.

Для воспитания финансово-грамотной личности можно использовать учебные материалы, ресурсы, созданные в рамках проекта Минфина России и расположенные в библиотеке на портале <https://vashifinancy.ru/>

Также можно рекомендовать учащимся специальную литературу по финансовой грамотности:

- Алексей Горяев, «Финансовая грамота для детей и студентов»;
- Джейн Перл, «Дети и деньги. Уроки финансового благополучия»;
- Джолайн Годфри, «Как научить ребенка обращаться с деньгами»;
- Гейл Карлиц, «Руководство для начинающего инвестора»;
- Евгения Блискавка, «Дети и деньги» и др.

Настольные игры повышают интерес к изучению финансовой грамотности, формируют финансовые понятия, развивают коммуникативные умения, учат учащихся принимать решения. Полезными могут быть следующие игры:

- «Не в деньгах счастье». Тренинг-игра поможет учащимся отправиться в будущее — время, где они выбирают профессию и получают зарплату, обзаводятся семьей, организуют досуг, контролируют здоровье свое и домочадцев. Игра учит грамотно планировать свои доходы и расходы.

- «Монополия». Игра развивает интеллект, внимание, аналитический ум, память, логическое мышление, стратегическое и тактическое мышление, тренирует умение обращаться с деньгами, объясняет суть товарно-денежных отношений, предпринимательства и торговли.

- «Денежный поток». Цель игры – научить детей так обращаться с финансами, чтобы деньги приносили им пользу, а не вред.

Старших детей можно знакомить и с интерактивными инструментами для учета финансов, мобильными приложениями для ведения бюджета, депозитными и кредитными калькуляторами на сайтах банков и т. д. Также, учащимся можно рекомендовать установить на телефон бесплатные мобильные приложения: «Финсовет», «Монеткины», «Финазнайка» и др.

Профессиональная ориентация

С учетом психологических и возрастных особенностей школьников можно выделить следующие этапы, содержание профориентационной работы в школе:

1 - 4 классы:

- формирование у младших школьников ценностного отношения к труду, понимание его роли в жизни человека и в обществе;

- развитие интереса к учебно-познавательной деятельности, основанной на посильной практической включенности в различные ее виды, в том числе социальную, трудовую, игровую, исследовательскую.

5 - 7 классы:

-развитие у школьников личностного смысла в приобретении познавательного опыта и интереса к профессиональной деятельности;

-представления о собственных интересах и возможностях (формирование образа «Я»); приобретение первоначального опыта в различных сферах социально-профессиональной практики: технике, искусстве, медицине, сельском хозяйстве, экономике и культуре. Этому способствует выполнение учащимися профессиональных проб, которые позволяют соотнести свои индивидуальные возможности с требованиями, предъявляемыми профессиональной деятельностью к человеку.

8-9 классы:

-уточнение образовательного запроса в ходе факультативных занятий и других курсов по выбору;

-групповое и индивидуальное консультирование с целью выявления и формирования адекватного принятия решения о выборе профиля обучения;

-формирование образовательного запроса, соответствующего интересам и способностям, ценностным ориентациям.

10-11 классы:

-обучение действиям по самоподготовке и саморазвитию, формирование профессиональных качеств в избранном виде труда, коррекция профессиональных планов, оценка готовности к избранной деятельности.

В программе учащиеся познакомятся с основными инженерными профессиями будущего технической направленности в соответствии с «Атласом профессий», пройдут профориентационную игру «Самая-самая» и составят портрет «идеального робототехника». Будет проведена «примерочная профессий». Учащиеся изучат карту компетенций, hard и softskills навыки и компетенции. Составят перечень навыков, умений, личностных качеств, которые есть и которые могут пригодиться в будущей профессии.

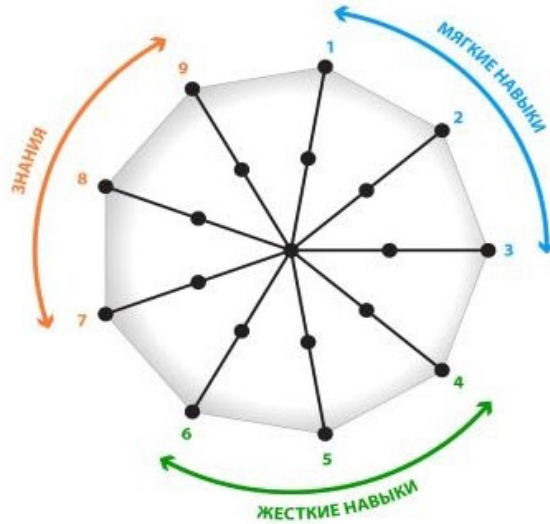
ШАБЛОН КАРТЫ КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ

Уровень владения навыками и знаниями оценивается по 3-балльной шкале:

Центральная точка в карте компетенций = 0 баллов - требуется, но не владею

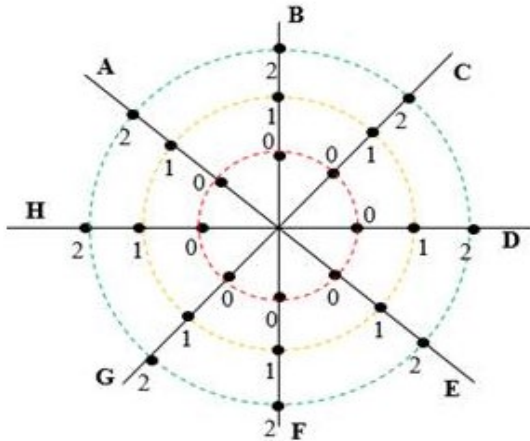
Средние точки = 1 балл - необходимый навык, но не самый важный, владею средне

Крайние точки = 2 балла - очень важный, владею очень хорошо



Инструкция. Методика «8 углов профессий»

Познакомьтесь с 8 основными критериями выбора профессии и оцените свой выбор в соответствии с ними. Отметьте точку, соответствующую вашему выбору (0, 1, 2), на нужной линии лепестковой диаграммы А, В, С, D, E, F, G, H



А. Оцените позицию старших членов семьи в выборе вами будущей профессии (0 – против выбора данной профессии; 1 – согласны с вами в выборе профессии; 2 – поддерживают выбор профессии и помогают в освоении начальных умений и компетенций, связанных с ней).

В. Оцените позицию друзей в выборе вами будущей профессии (0 – считают выбор неверным, 1 – согласны с вашим выбором, но видят себя в другой профессии; 2 - согласны с вашим выбором и видят себя в этой же профессии).

С. Оцените позицию учителей в выборе вами будущей профессии (0 – считают выбор неверным, 1 – согласны с вашим выбором, 2 - поддерживают

выбор профессии и помогают в освоении начальных умений и компетенций, связанных с ней).

Д. Оцените соответствие выбранной вами профессии вашим личным планам (0 – профессия противоречит планам, 1 – профессия частично соответствует планам, 2 – профессия полностью соответствует планам).

Е. Оцените соответствие выбранной вами профессии вашим способностям (0 – профессия не соответствует способностям, 1 – профессия частично соответствует способностям, 2 – профессия полностью соответствует способностям).

Ф. Оцените социальный статус выбранной вами профессии (0 – профессия имеет низкий социальный статус в обществе, 1 – профессия имеет средний социальный статус в обществе, 2 – профессия имеет высокий социальный статус в обществе).

Г. Оцените вашу информированность о выбранной вами профессии (0 – не могу назвать ни одного факта о профессии, 1 – могу назвать от 1 до 4 фактов о профессии, 2 – могу назвать пять и более фактов о профессии).

Н. Оцените, насколько вы знакомы с различными видами деятельности, связанными с вашей будущей профессией (0 – не знаком совсем; 1 – время от времени приходится делать некоторые виды деятельности, связанные с будущей профессией; 2 – мое хобби связано с будущей профессией).

Для профориентации возможно использование методик опросников.

Методика «Дифференциально-диагностический опросник» (ддо, Е.А. Климов).

Назначение теста: Методика предназначена для отбора на различные типы профессий в соответствии с классификацией типов профессий Е.А. Климова. Можно использовать при профориентации подростков. Испытуемый должен в каждой из 20 пар предлагаемых видов деятельности выбрать только один вид и в соответствующей клетке листа ответов поставить знак «+». Время обследования не ограничивается. Хотя, испытуемого следует предупредить о том, что над вопросами не следует долго задумываться и обычно на выполнение задания требуется 20-30 минут. Возможно, использование методики индивидуально и в группе.

Методика «Тип мышления» (Методика определения типа мышления в модификации Г.В. Резапкиной)

Шкалы: типы мышления - предметно-действенное, абстрактно-символическое, словесно-логическое, наглядно-образное, креативность (творческое).

Назначение теста: диагностика типа мышления респондента.

Методика «Эрудит» (методика ШТУР в модификации Г. Резапкиной)

Методика предназначена для определения усвоения ряда понятий школьной программы, сформированности основных мыслительных процессов и развития вербального интеллекта учащихся 8–9-х классов.

Методика «Эрудит» может использоваться для оценки успешности обучения различных групп учащихся и эффективности различных программ и методов обучения.

Мероприятие «Калейдоскоп профессий»

Цель: ознакомить учащихся с разнообразным миром профессий.

Задачи:

- Выявить у учащихся уже имеющиеся знания о разнообразных профессиях.
- Расширить знания, кругозор, словарный запас учащихся.
- Формировать познавательный интерес к людям труда и их профессиям.

1.4. Планируемые результаты

В результате изучения курса получают дальнейшее развитие личностные, регулятивные, коммуникативные и образовательные универсальные учебные действия, общая, предметная и пользовательская ИКТ-компетентность учащихся.

Предметные результаты:

По окончании обучения учащиеся должны знать:

- правила безопасной работы;
- основные компоненты квадрокоптера «Пионер Мини»;
- принципы работы 3D-оборудования;
- конструктивные особенности различных моделей, сооружений и механизмов;
- компьютерную среду, включающую в себя графический язык программирования;
- способы использования созданных программ;
- приемы и опыт конструирования с использованием специальных элементов и других объектов;
- основы пилотирования;
- основные алгоритмические конструкции, этапы решения задач с использованием компьютера.

По окончании обучения учащиеся должны уметь:

- использовать основные алгоритмические конструкции для решения задач;
- конструировать различные модели;
- использовать созданные программы;
- применять полученные знания в практической деятельности.

По окончании обучения учащиеся должны владеть:

- навыками работы с БПЛА;
- навыками работы в TRIK studio;
- навыками работы с 3D-технологиями.

Личностные результаты:

критическое отношение к информации и избирательность её восприятия;

- развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- развитие внимательности, настойчивости, целеустремленности, умения преодолевать трудности;
- развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- воспитание чувства справедливости, ответственности;
- начало профессионального самоопределения, ознакомление с миром профессий, связанных с БПЛА.

Метапредметные результаты:

- планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- формировать умение ставить цель по созданию творческой работы и планировать достижение этой цели;
- осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- адекватно воспринимать достигнутый результат;
- различать способ и результат действия;
- вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе ее оценки и учета характера сделанных ошибок;
- в сотрудничестве с педагогом ставить новые учебные задачи;
- проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве;
- осваивать способы решения проблем творческого характера в жизненных ситуациях;
- оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.
- осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах учащегося, информационной среде образовательного учреждения, в федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- осуществлять анализ свойств объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельное достраивание с восполнением недостающих компонентов;
- выбирать основания и критерии для сравнения, сериации, классификации объектов.

- аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- выслушивать собеседника и вести диалог;
- признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою;
- планировать учебное сотрудничество с учителем и сверстниками: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- осуществлять постановку вопросов
- разрешать конфликты: выявлять, идентифицировать проблемы, искать и оценивать альтернативные способы разрешения конфликта, принимать решения;
- управлять поведением партнера (контролировать, корректировать, оценивать его действия);
- уметь с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- владеть монологической и диалогической формами речи.

Раздел 2. «Комплекс организационно-педагогических условий, включающий формы аттестации»

2.1. Календарный учебный график

Таблица 2

№	Дата план	Дата факт	Тема занятия	Кол-во часов	Форма занятия	Форма контроля
Модуль 1 (I –е полугодие)						
Раздел 1. Введение в курс БПЛА 30 ч						
1.			Вводная лекция о содержании курса. Техника безопасности и правила поведения.	2	Беседа. Опрос	Предварительная аттестация учащихся.
2.			Введение в историю БПЛА.	2	Беседа. Опрос	Устный опрос
3.			История БПЛА.	2	Беседа. Опрос	Устный опрос
4.			Типы БПЛА.	2	Беседа. Опрос	Устный опрос
5.			Типы БПЛА.	2	Беседа, опрос	Устный опрос
6.			Теоретические основы БПЛА. Детали и узлы квадрокоптера	2	Беседа, опрос	Устный опрос
7.			Бесколлекторные двигатели. □	2	Беседа, опрос	Устный опрос
8.			Коллекторные двигатели.	2	Беседа, опрос	Устный опрос
9.			Техника безопасности при обращении с двигателями.	2	Беседа, опрос	Тестирование
10.			Аккумулятор.	2	Беседа, опрос	Устный опрос
11.			Техника безопасности при обращении с аккумулятором.	2	Беседа, опрос	Тестирование
12.			Полетный контроллер.	2	Беседа, опрос	Устный опрос.
13.			Приемник. Техника безопасности.	2	Беседа, опрос	Устный опрос.
14.			Полетный контроллер.	2	Беседа, опрос	Устный опрос.
15.			Пульт управления. Техника безопасности	2	Беседа, опрос	Тестирование
Раздел 2. Сборка беспилотных авиационных систем □ 10 ч.						

16.		Знакомство с оборудованием. Брифинг по курсу.	2	Беседа. Практикум	Устный опрос.
17.		Конструирование квадрокоптера «Пионер мини»	2	Практикум	Педагогическое наблюдение
18.		Настройки полетного контроллера квадрокоптера «Пионер мини»	2	Беседа.. Практикум	Педагогическое наблюдение
19.		Подключение пульта управления к приемнику.	2	Беседа. Практикум	Педагогическое наблюдение.
20.		Подключение одного пульта управления к нескольким квадрокоптерам одновременно.	2	Беседа. Практикум	Педагогическое наблюдение.
Раздел 3. Пилотирование 24 ч..					
21.		Обучение управления квадрокоптером в виртуальном симуляторе FreeRide FPV	2	Беседа	Устный опрос.
22.		Интерфейс FreeRide FPV.. Основы работы в программе.	2	Беседа Практикум	Устный опрос.
23.		Управление квадрокоптером в виртуальном симуляторе FreeRide FPV	2	Беседа Практикум	Педагогическое наблюдение
24.		Теория ручного визуального пилотирования	2	Беседа Практикум	Педагогическое наблюдение
25.		Подготовка квадрокоптера к первому запуску. Пробный запуск	2	Беседа Практикум	Педагогическое наблюдение
26.		Пробный запуск без взлёта. Проверка всех узлов управления.	2	Беседа Практикум	Педагогическое наблюдение.
27.		Полеты на квадрокоптере. Изучение упражнений	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение.
28.		Техника безопасности при лётной эксплуатации коптеров. Чеклисты».	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение.
29.		Изучение упражнений: Висение. Полёт в зоне пилотажа. Вперед-назад, влево-вправо. Посадка.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение.

30		Изучение упражнений. Полёт по кругу хвостом к себе. Висение боком к себе.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение.
31		Изучение упражнений. Полет взад-вперед и влево-вправо боком к себе.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение.
32		Закрепление материала с использованием интерактивного приложения «Кто хочет стать»	2	Практическая работа	Итоговая аттестация по 1-му модулю
Модуль 2 (II –е полугодие)					
Раздел 4. Программирование 30 ч.					
33		Основы работы в программной среде TRIK Studio. □ Интерфейс	2	Беседа Практикум	Устный опрос.
34		Интерфейс TRIK Studio. Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ).	2	Беседа Практикум	Устный опрос.
35		Взаимодействие с наземной станцией управления (НСУ).	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
36		Интерфейс TRIK Studio. Взаимодействие с НСУ. Компиляция.	2	Практикум	Педагогическое наблюдение
37		Взаимодействие с НСУ. Компиляция.	2	Беседа Практикум	Педагогическое наблюдение
38		Скриптовый язык программирования Lua.	2	Беседа Практикум	Педагогическое наблюдение
39		Синтаксис Lua. Создание программы на языке Lua.	2	Беседа Практикум	Устный опрос.
40		Создание программы «Движение по квадрату».	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
41		Запуск и отладка программы «Движение по квадрату».	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
42		Создание программы «Полет по траектории».	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение

43.		Запуск и отладка программы «Полет по траектории».	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
44.		Отработка программ в системе позиционирования в помещении	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
45.		Теоретические основы системы позиционирования. Монтаж ультразвуковых датчиков. Радиомодуль.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
46.		Первый запуск автономной программы. Знакомство с LPS.	2	Практикум	Педагогическое наблюдение
47.		Полет с граничными условиями.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
Раздел 5. Аэрофотосъемка 20 ч					
48.		Основы аэрофотосъемки. □ Выбор оборудования.	2	Лекция Практикум	Педагогическое наблюдение
49.		Изучение принципов аэрофотосъемки.	2	Беседа.	Устный опрос.
50.		Работа в Agisoft Metashape. Интерфейс Agisoft Metashape.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
51.		3D-моделирование в Agisoft Metashape.	2	Практикум	Педагогическое наблюдение
52.		Практическая работа. Аэрофотосъемка.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
53.		Автоматическая съемка объекта с использованием прототипирования	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
54.		Разработка технологии автоматической съемки объекта.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
55.		Разработка технологии автоматической съемки объекта.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
56.		Разработка автономных программ съемки объекта.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение

57.		Закрепление материала.	2	Практическая работа	Тестирование
Раздел 6. Создание групповых проектов □ 20 ч.					
58.		Работа над проектом. Правила работы в команде. Основы проектной деятельности.	2	Беседа.	Педагогическое наблюдение
59.		Деление на команды. Создание паспорта проекта и его эскиза.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
60.		Работа над проектом.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
61.		Работа над проектом.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
62.		Содержание проекта.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
63.		Продолжение работы проектом. Сроки и место реализации проекта.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
64.		Подготовка презентации проекта	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
65.		Подготовка презентации проекта	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
66.		Предзащита проекта.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
67.		Защита проекта.	2	Защита проекта.	Оценивание проекта
Раздел 7. Итоговые соревнования 10 ч.					
68.		Правила проведения соревнований. Регламент соревнований.	2	Беседа.	Педагогическое наблюдение Устный опрос.
69.		Регистрация на портале соревнований. Анализ критериев соревнований.	2	Беседа. Практикум	Педагогическое наблюдение

70		Подготовка к соревнованиям.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
71		Подготовка к соревнованиям.	2	Практическая работа	Педагогическое наблюдение
72		Соревнования. Проведение соревнований.	2	Соревнования. Самоанализ	Соревнования Анализ
ИТОГО:			144		

2.2. Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение.

Характеристика помещения, используемого для реализации программы «Основы управления беспилотными летательными аппаратами», соответствует СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». Учебное помещение для занятий по программе находится по адресу: г. Туапсе, ул. К.Маркса, 61.

Перечень оборудования, инструментов и материалов, необходимых для реализации программы:

- Компьютерные столы для учеников;
- Персональные компьютеры для учащихся с выходом в интернет
- Ноутбук для педагога;
- Конструктор программируемого квадрокоптера;
- Трасса для гонок дронов;
- Набор для FPV-пилотирования;
- Проектор;
- Экран;
- Квадрокоптер для видеосъёмки с экраном и доп. аккумуляторами;
- Квадрокоптер «Pioneer»
- Квадрокоптер «Пионер Мини»
- Аккумуляторная батарея (3,7 В).;
- Подключение и зарядка USB 2.0 microUSB.

Программное обеспечение:

- программное обеспечение для моделирования 3D-объектов Agisoft Metashape;
- программное обеспечение для программирования TRIK studio, Geoscan Pioneer Station.

Кадровое обеспечение.

Для реализации программы дополнительного образования «Основы управления беспилотными летательными аппаратами», педагог дополнительного образования должен иметь высшее или среднее педагогическое образование. Требования к педагогическому стажу работы и квалификационной категории педагога не предъявляются. Педагог дополнительного образования должен систематически повышать свою профессиональную квалификацию.

Программу реализует педагог дополнительного образования **Скрыпник Елена Васильевна**, имеющая высшее образование по специальности «Электронные вычислительные машины», окончила Харьковский институт радиоэлектроники в 1984г и курсы переподготовки в АНПО «Многопрофильная Академия непрерывного образования» г. Омск, по программе «Педагог дополнительного образования», 2017г.

Имеет первую квалификационную категорию.

Курсы повышения квалификации:

-Российская Федерация Образовательный Фонд «Талант и успех» по программе: «Инновационные проекты практики и междисциплинарные программы в сфере дополнительного образования детей естественно-научного профиля, организация конкурсов проектных и исследовательских работ» 05.12.2016 г.

-2020 г. - повышение квалификации «Современные образовательные технологии в контексте модернизации системы дополнительного образования» г. Краснодар.

-2021 г. – повышение квалификации «Наставничество в образовательной организации» г. Краснодар.

-2022 г. – повышение квалификации «Основы сборки, настройки и управления квадрокоптером для преподавания в учреждениях дополнительного образования детей.

Награды за успехи:

- Юбилейная Почетная грамота 180-лет городу Туапсе «За вклад в развитие образования г. Туапсе» - 2018 г.;

- Почетная грамота за профессиональное мастерство, педагогический талант и многолетний вклад в дело воспитания подрастающего поколение Туапсинского района – 2020 г.;

- Сертификат за прохождение аттестации судей по направлению First Lego League Challenge в г. Сочи, 2021 г.

- Сертификат за прохождение аттестации полевых судей по направлению First Средняя школьная категория Лига «Решений» АНО «Лаборатория по робототехнике» «Инженеры будущего», 2022 г.

- Сертификат за прохождение аттестации экспертов по направлению First Средняя школьная категория Лига «Решений» АНО «Лаборатория по робототехнике» «Инженеры будущего», 2022 г.

Почетная грамота Министерства Просвещения Российской Федерации за многолетний добросовестный труд и значительные заслуги в сфере образования 2022 г.

Диплом СУДЬЯ номинации «Основная категория: средняя возрастная группа» регионального этапа Всероссийской робототехнической олимпиады «WRO» 2022г

Диплом за подготовку победителей и призёров регионального хакатона «IThard» 21.01.2023г

Диплом за подготовку призёров регионального хакатона «ENERGYhard» Анапа 2023г

Благодарственное письмо регионального ресурсного центра Сочи – МБОУ ДО СЮТ г.Сочи за подготовку команды -призёра в региональном отборочном чемпионате по робототехнике «FIRST ROBOTICS CHAMPIONSHIP» Краснодарского края.

2.3. Формы аттестации

Для подведения итогов реализации программы предусмотрена предварительная, текущая, промежуточная и итоговая аттестация

Предварительная аттестация предназначена для первичной оценки учащегося, осуществляется в форме анкетирования, диагностики, наблюдения, опроса.

Текущая аттестация осуществляется в форме педагогического наблюдения и ведения таблицы результатов.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме соревнований различного уровня.

Итоговая аттестация учащихся осуществляется в форме защиты итоговой индивидуальной или совместной работы: индивидуальных и коллективных проектов, итоговых соревнований.

В процессе реализации программы и для отслеживания успехов учащихся педагог использует в течение занятий следующие формы контроля:

- экспресс-опросы учащихся в форме «вопрос-ответ», тестирование;
- выполнение тренировочных упражнений;
- по окончании курса – выполнение итогового проекта.

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов: портфолио, перечень готовых работ.

Формы предъявления и демонстрации образовательных результатов: защита творческих работ.

Критерии оценивания итогового проекта:

- самостоятельность выполнения;
- законченность работы;
- соответствие выбранной тематике;
- умение проявлять творческую инициативу и самостоятельность, логическое, креативное проектное мышление, память, внимание при конструировании роботов;
- использование при работе над проектом основных аспектов теории беспилотных летательных аппаратов, изученных в ходе обучения.

При желании учащиеся могут принять участие в конференциях, конкурсах, выставках по робототехнике.

Формы подведения итогов обучения:

- фронтальный опрос, беседа;
- контрольные упражнения и тестовые задания;
- защита индивидуального или группового проекта;
- групповые соревнования;
- взаимооценка учащимися работ друг друга.

Одна из форм текущего и итогового контроля – соревнования.

Итоговый контроль проводится в конце учебного года. Во время итогового контроля определяется фактическое состояние уровня знаний, умений, навыков ребенка, степень освоения материала по каждому изученному разделу и всей программе объединения.

Наряду с обучающими задачами, программа «Основы управления беспилотными летательными аппаратами» призвана решать и воспитательные задачи. В образовательном процессе функционирует воспитательная система, которая создает особую ситуацию развития коллектива учащихся, стимулирует, обогащает и дополняет их деятельность.

Общим итогом реализации программы является формирование ключевых компетенций учащихся.

2.4. Оценочные материалы

Контроль предметных компетенций (теоретических знаний и практических умений, и навыков) осуществляется в форме качественной оценки (уровень: низкий, средний, высокий) результата практических работ по основным критериям (Таблицы 3,4):

- умение управлять БПЛА на симуляторе;
- умение управлять БПЛА в режиме автономного полёта;
- умение собирать квадрокоптер и настраивать его;
- умение настраивать и устанавливать FPV - оборудование;
- владение навыками программирования мультироторных систем;
- возможность решать проблемы технического и творческого характера;
- уметь работать дистанционно в команде и индивидуально;
- возможность публично презентовать свою идею;
- выполнять задания самостоятельно и коллективно бесконтактно

Качество освоения учащимися программного материала оценивается педагогом с помощью мониторинга по трем критериям уровень освоения:

1. Высокий результат – полное освоение содержания;
2. Средний – базовый уровень;
3. Низкий – освоение материала на минимально допустимом уровне.

Мониторинговая карта результатов воспитательно-образовательного процесса учащихся по программе «Основы управления беспилотными летательными аппаратами»

2024-2025 учебный год

Педагог – Скрыпник Е.В.

Критерии уровня освоения программы:

- 1 – Уровень освоения программы
- 2 – Качество выполнения творческого задания
- 3 – Качество выполнения практического задания
- 4 – Степень вовлеченности в учебный процесс
- 5 – Степень вовлеченности в обсуждение

Уровни освоения программы по представленным критериям: низкий, средний, высокий.

Сокращения: Н. – низкий С. – средний В. – высокий

Критерий и уровни усвоения общеобразовательной общеразвивающей программы, представлены в таблице 4.

Таблица 3

№ п/п	Ф.И.О. учащегося	Показатели ЗУН														Аттестационный уровень	
		Уровень теоретических знаний		Работа с БПЛА, техника безопасности		Подготовка и настройка БПЛА к полету		Степень самостоятельности управления БПЛА		Создание проекта		Качество выполнения работы		Коммуникативность			
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1																	
2.																	
...																	
Всего	с высоким уровнем																
	со средним уровнем																
	с низким уровнем																

Таблица 4

Мониторинг результатов, оцениваемых методом наблюдения	Критерии оценки перечисленных показателей		
	3 высокий уровень	2 средний уровень	– низкий уровень
Уровень теоретических знаний	Учащийся знает изученный материал. Может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение материалом	Учащийся знает изученный материал, но для полного раскрытия темы требуются дополнительные вопросы	Учащийся знает изученный материал фрагментарно. Изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами
Работа с БПЛА, техника безопасности	Четко и безопасно работает с оборудованием без напоминаний педагога	Требуется периодическое напоминание педагога о том, как работать с оборудованием	Требуется постоянный контроль педагога за выполнением правил по технике безопасности
Подготовка и настройка БПЛА к полету	Способен подготовить, настроить БПЛА без помощи педагога	Может подготовить и настроить БПЛА при подсказке педагога	Не может подготовить, настроить БПЛА без помощи педагога

Степень самостоятельности управления БПЛА	Самостоятельно, без подсказки педагога, выполняет операции при управлении БПЛА	Нуждается в напоминании последовательности действий, после пояснений выполняет самостоятельную работу	Требуются постоянные пояснения педагога при управлении
Создание проекта	Может подготовить проект самостоятельно с анализом результатов	Знает некоторые понятия, термины, умеет поставить цель, определить задачи, подобрать необходимые инструменты для реализации, изготовить модель	Имеет минимальные знания, сведения
Качество выполнения работы	Навыки управления получены в полном объеме, участие педагога в управлении БПЛА не требуется	Навыки управления в целом получены, управление БПЛА возможно без участия педагога	Навыки управления в целом получены, но управление БПЛА невозможно без участия педагога
Коммуникативность	Обладает хорошими коммуникативными способностями, легко идет на контакт, активно участвует в массовых мероприятиях объединения, готов помогать и работать совместно с другими учащимися легко идет на контакт со взрослыми и детьми; легко использует помощь руководителя; участвует во всех массовых мероприятиях.	Легко идет на контакт со взрослыми; откликается на просьбы взрослого; успешно действует под руководством взрослого; принимает помощь взрослого; умеет устанавливать дружеские отношения со сверстниками, но бывают разногласия; принимает активное участие в коллективных играх, в массовых мероприятиях участвует не всегда.	Не испытывает потребности в тесном творческом общении с другими учащимися, не участвует в массовых мероприятиях в объединении, на контакт с детьми идет тяжело, предпочитает уединиться, не принимает помощь взрослого, не умеет работать под руководством

Формы отслеживания и контроля развивающих и воспитательных результатов:

- оценка устойчивости интереса учащихся к занятиям с помощью

наблюдения педагога и самооценки учащихся;

- оценка устойчивости интереса учащихся к участию в мероприятиях, направленных на формирование и развитие общекультурных компетенций с помощью наблюдения педагога и самооценки учащихся;
- статистический учет сохранности контингента учащихся;
- сравнительный анализ успешности выполнения заданий обучающимися на начальном и последующих этапах освоения программы;
- анализ творческих и проектных работ учащихся;
- создание банка индивидуальных достижений воспитанников;
- оценка степени участия и активности учащегося в командных проектах, соревновательной и конкурсной деятельности;
- оценка динамики показателей развития познавательных способностей учащихся (внимания, памяти, изобретательности, логического и пространственного мышления и т.д.) с помощью наблюдения педагога и самооценки обучающихся;
- педагогическое наблюдение и фиксирование изменений в личности и поведении учащихся с момента поступления в объединение и по мере их участия в деятельности;
- индивидуальные и коллективные беседы с учащимися.

2.5. Методические материалы

Методика преподавания включает разнообразные формы, методы и приемы обучения и воспитания. Обоснованность применения различных методов обусловлена тем, что нет ни одного универсального метода для решения разнообразных творческих задач.

Особенности организации образовательного процесса.

Работа по программе педагога с учащимися производится в очной форме. Также возможна реализация программы в условиях сетевого взаимодействия с образовательными организациями, при наличии материально-технического оснащения.

Формы проведения занятий: беседа, защита проектов, игра, лекция, мастер-класс, «мозговой штурм», наблюдение, практическое занятие, презентация, творческая мастерская.

Алгоритм учебного занятия: формулировка темы, изложение учебного материала, показ образца выполнения практических действий, первоначальное воспроизведение учащимися показанного образца, самостоятельная тренировочная или практическая работа учеников по выполнению всего задания под контролем учителя, проверка результатов выполнения практических действий.

В ходе реализации данной программы могут быть использованы разнообразные *методы обучения*:

- лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда учащимся к следующему занятию предлагается ознакомиться с материалами (в

т. ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;

- самостоятельная работа, когда учащиеся работают над индивидуальными заданиями в течение части занятия или нескольких занятий;

- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что является разновидностями мастер-классов, где учащимся предлагается выполнить работу, результатом которой является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;

- 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 нужно решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, затем варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, далее для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые формируются в проект и реализуются с применением метода командообразования;

- внутригрупповые и районные конференции, на которых обучающиеся делятся друг с другом опытом и рассказывают о своих достижениях;

Технологии обучения, используемые при реализации программы:

- технология развивающего обучения,
- технология проблемного обучения,
- технология проектной деятельности,
- технология решения изобретательских задач.

Примеры тренировочных упражнений.

1. Работа в виртуальном симуляторе. Отработка навыков управления квадрокоптером в симуляторе FPV Freerider. Зачет.

2. Ручное визуальное пилотирование. Создание контролируемой полетной зоны, обеспечивающей точное и безопасное управление квадрокоптером. Установка полетной зоны. Установка на квадрокоптер бортового модуля навигации в помещении

3. Первый взлёт. Зависание на малой высоте. Управление квадрокоптером в помещении. Привыкание к пульта управления. Посадка. Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ ошибок пилотирования.

4. Удержание заданной высоты и курса в ручном режиме. Взлет. Зависание. Посадка. Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ ошибок пилотирования.

5. Управление квадрокоптером на малой высоте по траектории. Взлет. Полет на малой высоте по траектории. Посадка. Техническое обслуживание квадрокоптера. Анализ ошибок пилотирования.

6. Выполнение упражнений «вперед-назад», «влево-вправо». Анализ ошибок пилотирования.

7. Выполнение упражнения «облёт по кругу». Зависание боком к себе. Полет боком к себе «вперед-назад» и «влево-вправо». Полёт боком к себе «влево-вправо» по одной линии с разворотом. Посадка. Анализ ошибок пилотирования.

8. Выполнение фигур «челнок», «восьмерка», «коробочка», «змейка». Взлет. Выполнение фигур. Посадка. Анализ ошибок пилотирования.

Правила выбора темы проекта

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

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

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

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

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

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

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

Правило 7. С выбором темы не стоит затягивать. Большинство учащихся не имеют постоянных пристрастий, их интересы ситуативные. Поэтому, выбирая тему, действовать следует быстро, пока интерес не угас.

Примеры типовых тем для проекта:

1. Моделирование квадрокоптера.
2. Проектирование полета над трассой с препятствиями.
3. Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера.
4. Видео нарезка полетов вокруг СЮТ.
5. Организация гонки квадрокоптеров.
6. Проектирование квадрокоптера-транспортного средства.

7. Автономный полет по заданной траектории.
8. Создание помощника для преподавателя на контрольных работах.
9. Квадрокоптер-лучший друг СЮТовца.

Достиженные учащимися успехи демонстрируются во время проведения конкурсных мероприятий и оцениваются одноклассниками, родителями и педагогами. Для этого используются такие формы: открытые занятия, итоговые занятия, защита проектов.

10. «Аэрофотосъемка школьного спортивного праздника»,
11. «Проведение визуального мониторинга улиц города Туапсе»,
12. «Мониторинг состояния телевышки города Туапсе с целью выявления структурных изменений (коррозия, повреждения)»,
13. «Создание видео-путешествия по экологической тропе «Городской пляж»»,
14. «Экологический мониторинг береговой линии морского побережья в окрестностях города Туапсе»,
15. «Оценка степени опасности наводнений Туапсинского района»,
16. «Необычные способы применения квадрокоптера»
17. «Съемка и контроль за состоянием ландшафта с помощью квадрокоптера»,
18. «Использование квадрокоптера в орошение и опрыскивания сельскохозяйственных культур».

Использование здоровьесберегающих технологий в реализации программы

Таблица 5

Виды Здоровьесберегающих педагогических технологий	Условия проведения	Особенности методики проведения	Ответственный
Технологии сохранения и стимулирования здоровья			
Динамические паузы	Во время занятий 2-5 мин., по мере утомляемости учащихся.	Рекомендуется для всех учащихся в качестве профилактики утомления. Могут включать в себя элементы гимнастики для глаз, дыхательной гимнастики и других.	Педагог
Релаксация	В зависимости от состояния учащихся и целей, педагог определяет интенсивность технологии.	Использовать спокойную классическую музыку (Чайковский, Рахманинов), звуки природы.	Педагог
Гимнастика пальчиковая	Индивидуально либо с группой	Рекомендуется всем учащимся, особенно с речевыми проблемами. Проводится в любой	Педагог

		удобный отрезок времени (в любое удобное время) во время занятия.	
Гимнастика для глаз	По 1-2 мин. Во время работы за компьютером в зависимости от интенсивности зрительной нагрузки.	Рекомендуется использовать наглядный материал, показ педагога.	Педагог
Гимнастика, бодрящая	В средней и заключительной части занятия	Видео-разминки.	Педагог
Гимнастика, корректирующая	В средней и заключительной части занятия	Форма проведения зависит от поставленной задачи и контингента детей	Педагог

**Методические материалы
по индивидуальному сопровождению достижения
личных результатов обучающихся**

1. Анкета для обучающегося.
2. Лист достижений.
3. Портфолио обучающегося.
4. Диагностика.
5. Тест Филипса (школьной тревожности).
6. Тест «Исследование школьной мотивации».

**Анкета по выявлению склонностей и интересов,
учащихся по ДООП «БПЛА»**

ФИ учащегося _____

1. Я предпочитаю заниматься техникой (да или нет).
2. Мне нравится делать что-нибудь своими руками (да или нет).
3. Мне больше нравится придумывать новые способы выполнения какой-либо работы (да или нет).
4. Когда я планирую что-нибудь, я предпочитаю делать это самостоятельно без чьей-либо помощи (да или нет).
5. Я принимаю решения ____ (быстро, медленно).
6. Со мной можно сотрудничать (да или нет).
7. Я предпочитаю решать вопросы (сам, советоваться с друзьями).
8. Я высказываю своё мнение независимо от того, какие люди могут его услышать (да или нет).
9. Мне бывает скучно ____ (часто, редко).
10. Дома в свободное время я _____ (читаю, отдыхаю, занимаюсь интересующими меня делами).

Рефлексивная карта

ФИ обучающегося _____

1. Чему я научился на занятиях? _____
2. Буду ли продолжать занятия в следующем году?
3. Над чем ещё надо поработать? _____
4. Где пригодятся полученные знания? _____
5. За что можешь себя похвалить? _____

Карта развития метапредметных результатов ДООП «БПЛА»
(заполняется в конце учебного года)

ФИ учащегося _____

Метапредметные результаты развития			
№	Содержание	да	нет
1.	имеет первоначальные представления о необходимости применения математических моделей при решении задач;		
2.	умеет подбирать примеры из жизни в соответствии с математической задачей;		
3.	умеет находить в указанных источниках информацию, необходимую для решения математических проблем, и представлять ее в понятной форме; умеет воспринимать задачи с неполными и избыточными условиями;		
4.	умеет понимать и использовать математические средства наглядности (графики, диаграммы, таблицы, схемы и др.) для иллюстрации математических фактов, понятий;		
5.	умеет принимать выдвинутую гипотезу, соглашаться или не соглашаться с ней;		
6.	умеет воспринимать различные стратегии решения задач, применять индуктивные способы рассуждения;		
7.	понимает сущность алгоритма, умеет действовать по готовому алгоритму;		
8.	умеет принимать готовую цель на уровне учебной задачи;		
9.	умеете принимать готовый план деятельности, направленной на решение задач исследовательского характера;		
10.	понимает причины успеха/неуспеха своей деятельности;		
11.	строит работу на принципах уважения и доброжелательности;		
12.	проявляет настойчивость в достижении цели;		
13.	обсуждает проблемные вопросы с педагогом;		

14.	сравнивает результаты своей деятельности с результатами других учащихся;		
15.	определяет успешность выполнения своего задания в диалоге с учителем;		
16.	вступает в беседу и обсуждение на занятиях и в жизни.		
	Итого		

13-16 положительных ответов — высокий уровень формирования метапредметных результатов,
 9-12 положительных ответов — средний уровень формирования,
 7-8 положительных ответов — низкий уровень формирования.

Критерии оценки выполнения творческой работы

ФИ обучающегося _____

№	ФИО	Название работы	Техника исполнения	Аккуратность	Самостоятельность	Завершенность
1						
2						
3						

Результаты:

- работа аккуратная, завершена, выполнена самостоятельно,
- работа аккуратная, завершена, выполнена с помощью педагога,
- работа не аккуратная, завершена, выполнена с помощью педагога.

Анкета

Дорогой друг!

Выберите, пожалуйста, из предложенного списка не более 5 высказываний,

которые наиболее полно соответствуют твоим интересам

Мне нравится:

1. Читать технические чертежи и схемы.
2. Собирать и ремонтировать разные механизмы, конструкции.
3. Изготавливать модели, собирать какие-либо другие конструкции.
4. Обслуживать машины, приборы (следить, регулировать).
5. Составлять таблицы расчетов, схемы, программы.
6. Разрабатывать новые проекты.
7. Выполнять вычисления и расчеты.
8. Конструировать, проектировать новые изделия.
9. Разбираться в чертежах, схемах, таблицах (проверять, уточнять, приводить в порядок).
10. Осуществлять монтаж или сборку приборов, механизмов, машин.
11. Изготавливать по чертежам детали изделий (машин, приборов и т.д.).

Спасибо!

Методика «Образовательные потребности»

Данная методика является модификацией методики «Анализ социального заказа системе дополнительного образования» Н.Ю. Конасовой и предназначена для выявления специфики (спектра, качества, удовлетворенности) образовательных потребностей учащихся, занимающихся в УДОД.

Ребятам предлагается ответить на вопросы анкеты, которые дают возможность выяснить цели посещения детьми творческих объединений и занятий.

Анкеты составлены с учетом возрастных особенностей учащихся для двух категорий: 6-11 и 12-16 лет. Если в одном коллективе занимаются учащиеся обеих возрастных категорий, им, соответственно, предлагаются разные анкеты.

Для проведения анкетирования необходимо, чтобы каждый учащийся имел индивидуальный бланк с перечнем вопросов. Перед началом процедуры педагог или психолог объясняет детям, для чего проводится опрос и правила заполнения анкет.

Варианты бланков анкет

Анкета для учащихся 12-16 лет

Дорогой друг!

1. Какие цели ты ставишь перед собой, занимаясь в данном коллективе (кружке), и в какой степени можешь их удовлетворить? (Внимательно прочитай предложенные варианты и в графе «Выбор» отметь знаком «+» ответы, соответствующие твоим целям. Далее в графе «Степень удовлетворения» постарайся определить, в какой степени твои цели реализуются).

Варианты ответа	Выбор	Степень удовлетворения		
		Полностью	Частично	Нет
узнать новое и интересное, повысить свой общекультурный уровень				
научиться какой-либо конкретной деятельности				
с пользой провести свободное время				
развить свои творческие способности				
найти новых друзей и общаться с ними				
заниматься с интересным педагогом				

исправить свои недостатки				
преодолеть трудности в учебе				
научиться самостоятельно приобретать новые знания				
получить знания и умения, которые помогут в приобретении будущей профессии				
хочу, чтобы здесь меня понимали и ценили как личность				
увидеть и продемонстрировать результаты своего творчества				
хочу заниматься в эмоционально-комфортной обстановке				

Напиши, пожалуйста:

1. Фамилию, имя _____
2. Сколько тебе лет _____
3. В каком коллективе (кружке) ты занимаешься? _____
4. Сколько лет ты занимаешься в этом коллективе (кружке)? _____

Обработка анкет и интерпретация результатов.

При обработке анкет ответы учащихся группируются по категориям образовательных потребностей.

Для 12-16 лет:

познавательные потребности	<ul style="list-style-type: none"> – узнать новое и интересное, повысить свой общекультурный уровень – научиться какой-либо конкретной деятельности – научиться самостоятельно приобретать новые знания
потребности коррекции и компенсации	<ul style="list-style-type: none"> – с пользой провести свободное время – исправить свои недостатки – преодолеть трудности в учебе
коммуникативные потребности	<ul style="list-style-type: none"> – найти новых друзей и общаться с ними – заниматься с интересным педагогом
потребности эмоционального комфорта	<ul style="list-style-type: none"> – хочу, чтобы здесь меня понимали и ценили как личность – хочу заниматься в эмоционально-комфортной обстановке
потребности творческого развития, самореализации и самоактуализации	<ul style="list-style-type: none"> – увидеть и продемонстрировать результаты своего творчества – развить свои творческие способности
профориентационные потребности	<ul style="list-style-type: none"> – получить знания и умения, которые помогут в приобретении будущей профессии

-сборник тестов и заданий для диагностики результативности реализации программы;

-печатные пособия - таблицы, плакаты, фотографии; видеофильмы, мультимедийные материалы, компьютерные программные средства;

-разработки занятий в рамках программы;

-комплекс физминуток;

-методическая и учебная литература;

-Интернет-ресурсы.

Список литературы

Литература для педагога:

Список литературы, рекомендованный педагогам для освоения данного вида деятельности:

1. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8.
2. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino.
3. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.
4. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
5. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3.
6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337
7. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>
8. Аэроквантум тулкит. Александр Фоменко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2019 —154 с.

Список литературы, рекомендованной учащимся, для успешного освоения данной образовательной программы:

1. Стасенко, А. Л. Физика полета / А. Л. Стасенко. – М.: Наука. Гл. ред. физ.- мат. лит., 1988. – 144 с.
2. Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и Практикум М.: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.
3. Даль, Э.Н. Электроника для детей. Собираем простые схемы, экспериментируем с электричеством / Э. Н. Даль. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 288с.
4. Лекции от «Коптер-экспресс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344> ; <https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>

Интернет-ресурсы:

1. Инструкция по сборке «Пионера» https://cdn1-img.robotbaza.ru/files/1/2578/4434450/original/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BF%D0%BE

[%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B5_%D0%9F%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0.pdf](#)

2. Робототехника и управление беспилотными авиационными системами

<https://dl.trikset.com/edu/books/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%B8%20%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%BC%D0%B8%20%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%BC%D0%B8%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D0%BC%D0%B8.pdf>

3. Управление беспилотными летательными аппаратами.pdf

https://mosmetod.ru/files/metod/dopolnitelnoe/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D1%8B/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%BC%D0%B8_%D0%BB%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%BC%D0%B8_%D0%B0%D0%BF%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BC%D0%B8.pdf

4. Симулятор. Геоскан Пионер. Документация

<https://docs.geoscan.aero/ru/master/instructions/pioneer-max/flight/simulator.html>

5. История и сферы применения БПЛА

<https://docs.geoscan.aero/ru/master/database/base-module/history/history.html#id3>

6. Беспилотные летательные аппараты: теория и Практикум

<https://rusdrone.ru/blog/arkhiv/bespilotnye-letatelnye-apparaty-teoriya-i-praktika/>

7. Stepik. Курс «Аэро» <https://stepik.org/course/66347/syllabus>

**Индивидуальный образовательный маршрут
по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе
«Основы управления беспилотными летательными аппаратами» на 2023-
2024 учебный год**

ФИО учащегося:

Объединение:

Педагог:

Таблица 6

№	Раздел	Наименование тем, мероприятий
1.	Учебный план	Перечень пройденных тем: 1. 2. 3.
		Перечень выполненных заданий: 1. 2. 3. ...
2.	Творческие проекты	Перечень тем: 1. 2. 3. ...
		Перечень выполненных заданий 1. 2. 3. ...
3.	Самостоятельная работа	Перечень работ, выполненных внепрограммного материала самостоятельно: 1. 2. 3. ...
4.	Участие в мероприятиях	Перечень мероприятий: 1. 2. 3. ...
		Достижения: 1. 2. 3. ...

Приложение 2

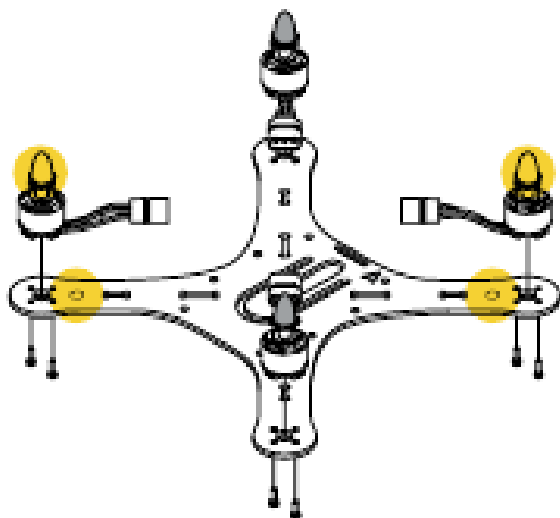
ИНСТРУКЦИЯ ПО СБОРКЕ КВАДРОКОПТЕРА ГЕОСКАН ПИОНЕР

Сборка рамы

Используйте крепление рамы для сборки.

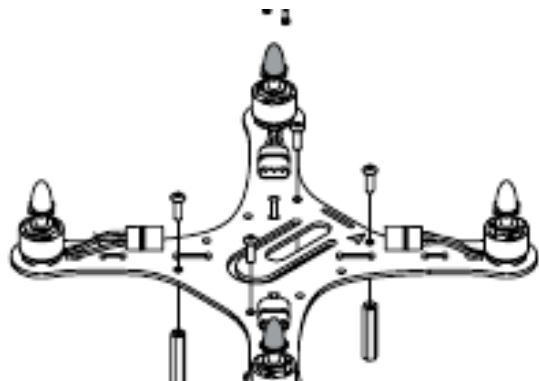
Шаг 1.

Детали: основание рамы, мотор правый 2 шт, мотор левый 2 шт, винт M2x4 8 шт
Необходимо прикрутить моторы к основанию рамы. Места крепления моторов с серебряными гайками отмечены белыми кругами на основании рамы. Белые и черные моторы располагаются по диагонали друг относительно друга. Закрепите каждый мотор на 2 винта M2x4 по диагонали.



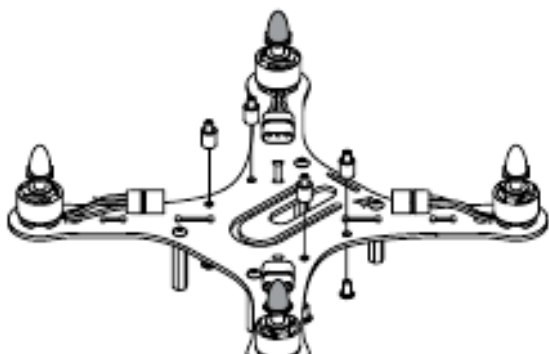
Шаг 2.

Детали: деталь с шага 1, стойки 20 мм 4 шт, винты M3x10 4 шт
Используя винты M3x10 прикрутите стойки к основанию рамы с противоположной стороны от моторов.



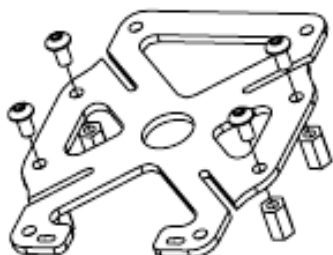
Шаг 3.

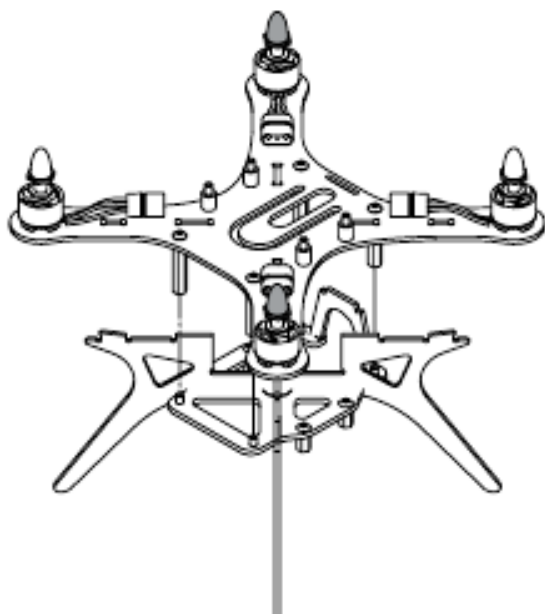
Детали: Деталь с шага 2, демпферы 4 шт, винты M3x3 4 шт
Используя винты M3x5 прикрутите демпферы к основанию рамы со стороны моторов.



Шаг 4.

Детали: Крышка отсека АКБ, стойки 8 мм 4 шт, винты черные M3x5 4 шт
Используя винты M3x5 прикрутите стойки к крышке отсека АКБ



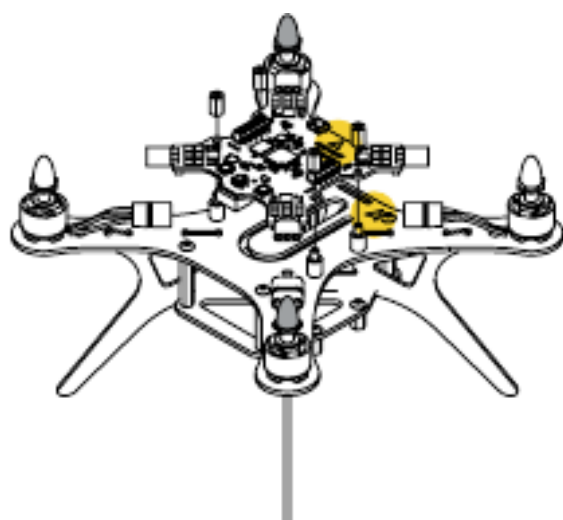


Шаг 5.

Детали: Деталь с шага 3, шасси верх, шасси низ, торец отсека АКБ Соберите шасси и торец отсека АКБ с помощью пазов, расположенных на основании рамы.

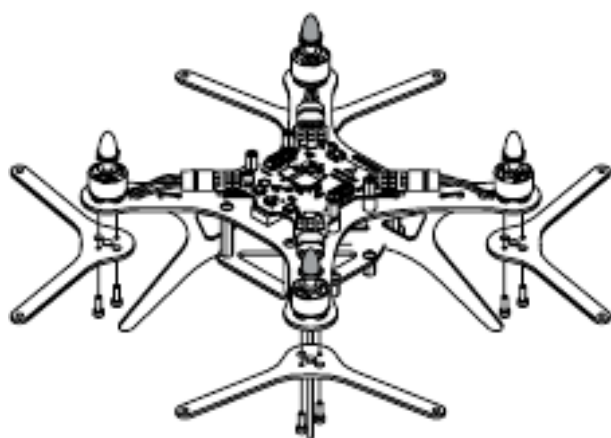
Шаг 6.

Детали: Деталь с шага 5, деталь с шага 4, винты М3х10 4 шт Используя винты М3х10 прикрутите деталь с шага 5 к детали с шага 4. Расположите деталь с шага 5 таким образом, чтобы пластиковые стойки, расположенные на ней, были направлены вниз.



Шаг 7.

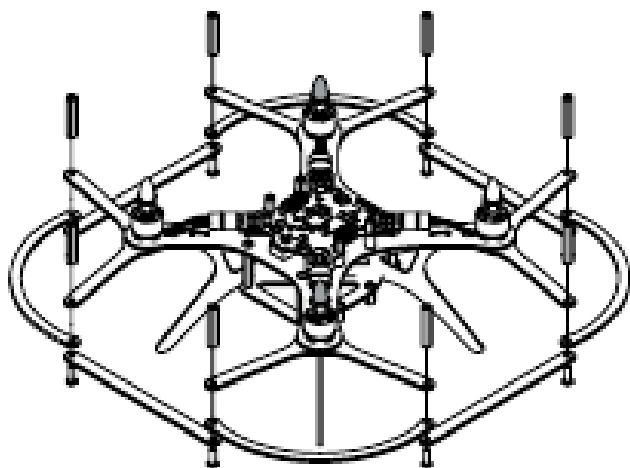
Детали: Деталь с шага 6, стойки 8 мм 4 шт, базовая плата Закрепите плату на демпферы таким образом, чтобы направление стрелки на плате совпадало с направлением стрелки на основании рамы. Зафиксируйте плату с помощью стоек с резьбой. Подключите моторы к разъемам на плате.



Сборка защиты Уберите запасные части крепления рамы обратно в коробку. Используйте крепление защиты для сборки.

Шаг 8. Детали: Деталь с шага 7, основание защиты 4 шт, винты М2х6 8 шт

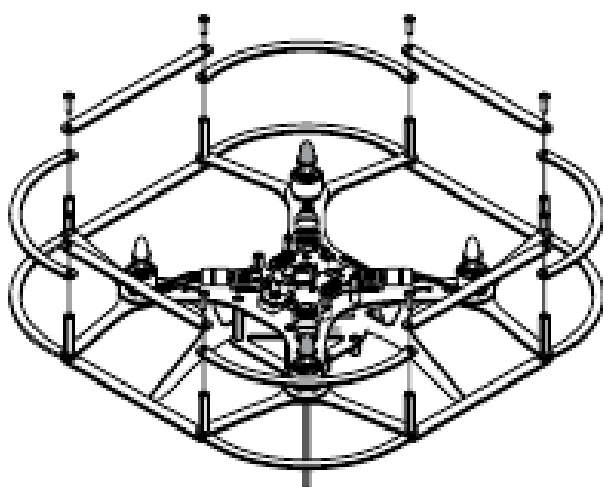
С помощью винтов М2х6 прикрутите основание защиты на 2 винта по диагонали.



Шаг 9.

Детали: Деталь с шага 8, дуга защиты 8 шт, перемычка защиты 8 шт, винты М3х10 8 шт, стойка белая 25 мм 8 шт

С помощью винтов М3х10 и стоек прикрутите к основанию защиты перемычку и дугу защиты.

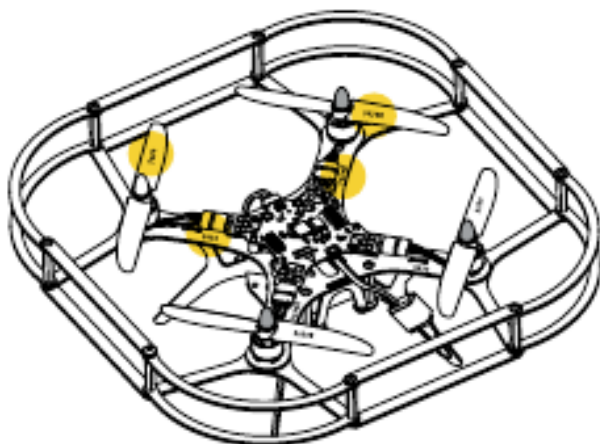


Шаг 10.

Детали: Деталь с шага 9, дуга защиты 8 шт, перемычка защиты 8 шт, винты М3х10 8 шт

С помощью винтов М3х10 прикрутите к детали с шага 9 верхнюю часть защиты, состоящую из перемычек и дуг защиты.

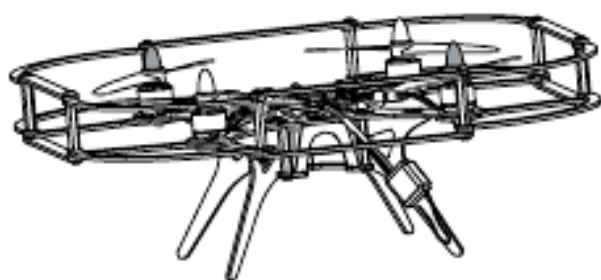
Уберите запасные части крепления защиты в обратно в коробку.



Шаг 11.

Детали: Деталь с шага 10, винт воздушный 5030 2 шт, винт воздушный 5030R 2 шт

Установите винты на моторы. Обратите внимание на надписи на винтах (5030 или 5030R), они должны совпадать с надписями на раме.



Шаг 12.

С помощью эластичного колечка закрепите приемник на шасси. Провод от приемника подключите к разъему PPM на базовой плате - он находится под разъемом MicroUSB. Установите АКБ.

Квадрокоптер готов к эксплуатации!

Приложение 3

Кейс 1. Расчет веса и тяги двигателей квадрокоптера

Описание проблемной ситуации или феномена

При крушении коптера перегрелись и сгорели два из четырех двигателей. В наличии такого же двигателя не оказалось. Необходимо купить другие двигатели с новыми, но подходящими для выполнения задачи параметрами. Также необходимо подобрать оптимальные параметры двигателей для решения конкретной инженерной задачи по созданию БПЛА для мониторинга и охраны периметра территории.

Вопросы для обсуждения с обучающимися:

- 1) Строение двигателя и как он работает, итак, как работает бесколлекторный мотор?
- 2) Расшифровка маркировка двигателей квадрокоптеров
- 3) Вес и тяга двигателей
- 4) На что еще следует обратить внимание при выборе двигателя
- 5) Регуляторы оборотов (ESC) для двигателей
- 6) Рекомендованные двигатели

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре программы: знакомство с силой тяги и весом БПЛА.

Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс: 6 часов.

Занятие 1. Повтор строения электродвигателя.

Цель: понять из каких основных компонентов состоит двигатель

Что делаем: изучаем производителей и характеристики двигателей

Компетенции:

Hard: разборка сгоревшего электромотора.

Soft: умение слушать и задавать вопросы, работа с неизвестными данными.

Кол-во часов: 2 часа.

Занятие 2. Динамика электродвигателя

Цель: понять какие основные компоненты установлены на беспилотнике

Что делаем: изучаем компоненты и массовые характеристики.

Компетенции:

Hard: подбор заданных электромоторов.

Soft: умение слушать и задавать вопросы, работа с неизвестными данными.

Кол-во часов: 2 часа.

Занятие 3. Практикум расчета тяги электродвигателей

Цель: научиться различать массовые и тяговые характеристики двигателей.

Что делаем: измеряем тягу и вес квадрокоптера

Компетенции:

Hard: эксплуатация и обслуживание коптеров.

Soft: работа в команде, аккуратность, ответственность.

Кол-во часов: 2 часа.

Метод работы с кейсом: исследования, дискуссия, экспериментальная работа.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты — Бесколлекторный двигатель.

Формируемые навыки

Soft-skills:

- умение слушать и задавать вопросы;
- решение изобретательских задач;
- свободное мышление;
- работа в команде;
- мышление на несколько шагов вперёд;
- осмысленное следование инструкциям;
- внимательность;
- аккуратность;
- соблюдение техники безопасности;
- ответственность за соблюдение правил;
- работа с взаимосвязанными параметрами.

Hard-skills:

- навыки конструирования;
- знание строения коптера;
- пайка;
- электромонтаж;
- механическая сборка;
- знания о работе полетного контроллера;
- компоновка элементов БПЛА, подходящая для конкретной задачи;
- настройка БПЛА.

Необходимые расходные материалы и оборудование: УМК «Клевер», подготовленная презентация, компьютеры, проектор.

Руководство для педагогов

Обзор занятий

Ключевые понятия:

- Строение бесколлекторного электродвигателя
- Расшифровка маркировки двигателя
- Вес и тяга двигателя

Советы:

- Начните с анализа материалов. Какая схема из придуманных детьми наиболее близка к идеалу? Расскажите об общепринятой схеме.
- Следите за процессом сборки, помогая обучающимся.
- Модернизируйте БПЛА на основании данных, полученных в ходе эксперимента.

Советы по конструированию

Дайте возможность каждому придумать своё расположение элементов, а затем проверить его на практике. Если расположение окажется неудачным,

можно объяснить на словах, что именно будет работать плохо.

Кейс 2. Сборка летающего съемочного квадрокоптера

Описание проблемной ситуации или феномена

Ребята из школы принесли объявление, что планируются соревнования по фото и видеосъемке с квадрокоптера. А что нужно сделать, чтобы тоже принять участие в соревнованиях?

Для участия необходимо создать свой квадрокоптер и научиться его пилотировать. Решение найдено — необходимо создать команду и собрать свой квадрокоптер!

Вопросы для обсуждения с обучающимися:

1. Какие элементы обязательно должны быть на съемочном БПЛА?
2. Каким качествам должен отвечать съемочный дрон?
3. Какие компоненты можно облегчить?
4. От каких компонентов для гонок можно отказаться и какие заменить?
5. Каким должен быть воздушный винт съемочного БПЛА по сравнению с БПЛА для видеосъемки?
6. Какие необязательные для гонок элементы нам понадобятся для обучения пилотированию?

Для того чтобы ответить на эти вопросы, нужно много узнать, изучить и понять, на что и нацелен данный кейс.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре модуля: введение в беспилотные авиационные системы, знакомство с технологиями, применяющимися в беспилотных летательных аппаратах и системах управления ими.

Количество учебных часов/занятий: 12 часов.

Занятие 1. Теория БПЛА

Цель: знакомство с беспилотниками.

Что делаем: изучаем историю, применение, общее устройство беспилотников.

Компетенции:

Hard: знания по истории, применению, устройству беспилотников.

Soft: умение слушать и задавать вопросы.

Кол-во часов: 2 часа.

Занятие 2. Конструирование БПЛА

Цель: сконструировать БПЛА для выполнения конкретной задачи.

Что делаем: придумываем и рисуем различные схемы компоновки коптера для решения прикладных задач.

Компетенции:

Hard: навыки конструирования, знание строения коптера.

Sort: решение изобретательских задач, свободное мышление.

Кол-во часов: 2 часа.

Занятие 3. Сборка БПЛА. Установка экшен-камеры.

Цель: собрать БПЛА для выполнения прикладной задачи.

Что делаем: собираем БПЛА.

Компетенции:

Hard: пайка, электромонтаж, механическая сборка.

Soft: работа в команде, мышление на несколько шагов вперёд, осмысленное следование указаниям инструкции, внимательность, аккуратность.

Кол-во часов: 4 часа.

Занятие 4. Настройка и первый полёт

Цель: поднять БПЛА в воздух.

Что делаем: настраиваем и калибруем полётный контроллер и аппаратуру управления; проходим технику безопасности; запускаем коптер.

Компетенции:

Hard: знания о работе полетного контроллера, умение настраивать коптер.

Soft: техника безопасности, ответственность за соблюдение правил, работа с взаимосвязанными параметрами.

Кол-во часов: 4 часа.

Метод работы с кейсом:

конструирование — инженерная разработка устройства.

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

специальные компетенции не требуются.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты — летающий настроенный квадрокоптер для съемки фото и видео.

Формируемые навыки

Soft-skills:

- умение слушать и задавать вопросы;
- решение изобретательских задач;
- свободное мышление;
- работа в команде;
- мышление на несколько шагов вперёд;
- осмысленное следование инструкциям;
- внимательность;
- аккуратность;
- соблюдение техники безопасности;
- ответственность за соблюдение правил;
- работа с взаимосвязанными параметрами.

Hard-skills:

- знания по истории, применению, устройству беспилотников;
- навыки конструирования;
- знание строения коптера;
- пайка;
- электромонтаж;
- механическая сборка;

- знания о работе полетного контроллера;
- компоновка элементов БПЛА, подходящая для конкретной задачи;
- настройка БПЛА.

Необходимые расходные материалы и оборудование:

УМК «Клевер», подготовленная презентация, компьютеры, проектор.

Руководство для педагогов

Обзор занятий

Ключевые понятия:

- Аэродинамика.
- Электротехника.
- ШИМ-модуляция.

Аэродинамика — раздел механики сплошных сред, в котором изучаются закономерности движения воздуха и других газов, а также характеристики тел, движущихся в воздухе. К аэродинамическим характеристикам тел относятся подъемная сила и сила сопротивления и их распределения по поверхности, а также тепловые потоки к поверхности тела, вызванные его движением в воздухе. В аэродинамике рассматриваются такие тела, как самолеты, ракеты, воздушно-космические летательные аппараты и автомобили.

Электротехника — наука об электрических явлениях и о применении электричества в практических целях.

Широтно-импульсная модуляция (ШИМ — англ. pulsewidth modulation (pwm)) — процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов, при постоянной частоте.

Советы:

- Начните с анализа материалов. Какая схема из придуманных детьми наиболее близка к идеалу? Расскажите об общепринятой схеме.
- Следите за процессом сборки, помогая обучающимся.
- После сборки разберите, чей БПЛА летает лучше всего и почему.
- Модернизируйте БПЛА на основании данных, полученных в ходе эксперимента.

Советы по конструированию

Дайте возможность каждому придумать своё расположение элементов, а затем проверить его на практике. Если расположение окажется неудачным, можно объяснить на словах, что именно будет работать плохо.