

Муниципальное казенное учреждение
дополнительного образования Куртамышского района
«Дом детства и юношества»

ПРИНЯТА
На заседании методического совета
От «26» 02 2020 г.
Протокол № 3



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ)
ПРОГРАММА**

технической направленности

«Беспилотные летательные аппараты»

Уровень освоения программы: ознакомительный

Возраст обучающихся: 10-17 лет

Срок реализации: 1 год

Автор-составитель: Малков Александр Андреевич
педагог дополнительного
образования

Куртамыш
2020

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1. Пояснительная записка

Направленность программы: техническая.

Когда говорят о научно-техническом творчестве, то под этим понимают своеобразный «мост» от науки к производству, позволяющий осваивать достижения науки. Техническое творчество подростков по этой же аналогии – «мост» от знаний, полученных в школе, к знаниям специальным, производственным, к техническому опыту, к профессии.

В связи с этим ранняя подготовка подростков по профильным техническим дисциплинам, дальнейшая профессиональная ориентация в секторы инновационных производств особенно важна.

В настоящее время отрасль беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является относительно новой, но уже стала очень перспективной и быстроразвивающейся. Одно из главных преимуществ БПЛА – исключение человеческого фактора при выполнении поставленной задачи, который особенно сказывается в опасных для жизни человека задачах. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в проведении воздушного мониторинга общественной и промышленной безопасности, участие в поисково-спасательных операциях, метеорологические исследования, разведка, мониторинг сельскохозяйственных угодий, доставка грузов, кинематография, изобразительное искусство, обучение и многое другое.

Актуальность дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Управление беспилотными летательными аппаратами» в том, что она реализует потребности обучающихся в техническом творчестве, развивает инженерное мышление, соответствует социальному заказу общества в подготовке технически грамотных специалистов.

Актуальность беспилотных технологий и робототехники очевидна – это новое слово в науке и технике, способное преобразить привычный мир уже в ближайшее десятилетие. В настоящее время наблюдается повышенный интерес к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники.

Благодаря увеличению возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор беспилотных авиационных систем (БАС). Именно поэтому важно правильно подготовить и сориентировать будущих специалистов, которым предстоит жить и работать в новую эпоху повсеместного применения беспилотных летательных аппаратов и робототехники.

Настоящая образовательная программа позволяет не только получить ребенку инженерные навыки моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами, а также нацеливает на осознанный выбор дальнейшего вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации. В основе программы – комплексный подход в подготовке обучающихся. Современный оператор беспилотных летательных аппаратов должен владеть профессиональной терминологией, разбираться в сборочных чертежах агрегатов и

систем беспилотных летательных аппаратов, иметь навык по пилотированию, сборке и починке БПЛА.

Педагогическая целесообразность программы в том, что она направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность школьника.

Адресат программы

Программа рассчитана на обучающихся 10-17 лет. В группу зачисляются все желающие дети.

Объём программы: 1 год обучения: 144 часа (30 часов - теоретических занятий, 114 часов – практических занятий).

Формы обучения и виды занятий по программе

Форма обучения: очная.

Виды занятий: теоретические, практические, фронтальные (групповые).

Срок освоения программы: 1 год.

Режим занятий

Занятия проводятся: фронтально - 2 раза в неделю по 2 часа; продолжительность занятий – 45 минут.

1.2. Цели и задачи

Цель: формирование начальных знаний и инженерных навыков в области проектирования, моделирования, конструирования, программирования и эксплуатации сверхлегких летательных дистанционно пилотируемых летательных аппаратов.

Задачи:

Обучающие:

- помочь обучающимся овладеть методами познания, освоения и совершенствования техники использования информационно-коммуникационных технологий в поиске новых технических решений, работать с литературой;
- учить обучающихся устной и письменной технической речи со всеми присущими ей качествами (простотой, ясностью, наглядностью, полнотой); четко и точно излагать свои мысли и технические замыслы;
- помочь обучающимся овладеть минимумом научно-технических сведений, необходимых для активной познавательной деятельности, для решения практических задач, возникающих в повседневной жизни;
- научить пользоваться различными программно-аппаратными комплексами.

Воспитывающие:

- воспитывать устойчивый интерес к методам технического моделирования, проектирования, конструирования, программирования;
- воспитывать уважение к людям труда, патриотизм, чувство долга, чувство красоты;
- воспитывать мотивацию к занятиям, аккуратность, трудолюбие, ответственность, выносливость и терпение.

Развивающие:

- выявить и развить у обучающихся технические природные задатки и способности (восприятие, воображение, мышление, память и т.п.);
- развитие умений частично-поисковой познавательной деятельности.

1.3. Планируемые результаты:

Личностными результатами обучения управлением БПЛА являются:

- формирование познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся;

- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и технологий;
- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
- готовность к выбору жизненного пути в соответствии с собственными интересами и возможностями;
- проявление технико-технологического и экономического мышления при организации своей деятельности;
- мотивация образовательной деятельности школьников на основе личностно ориентированного подхода;
- формирование ценностных отношений друг к другу, учителю, авторам открытий и изобретений, результатам обучения;
- формирование коммуникативной компетентности в процессе проектной, учебно-исследовательской, игровой деятельности.

Метапредметными результатами обучения управлением БПЛА являются:

- овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности: умения видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;
- умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- овладение основами самоконтроля, самооценки, принятия решений и осуществления осознанного выбора в учебной и познавательной деятельности;
- умение создавать, применять и преобразовывать знаки и символы, модели и схемы для решения учебных и познавательных задач;
- развитие монологической и диалогической речи, умения выражать свои мысли, способности выслушивать собеседника, понимать его точку зрения, признавать право другого человека на иное мнение;
- формирование умений работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию;
- комбинирование известных алгоритмов технического и технологического творчества в ситуациях, не предполагающих стандартного применения одного из них;
- поиск новых решений возникшей технической или организационной проблемы;
- самостоятельная организация и выполнение различных творческих работ по созданию технических изделий;
- виртуальное и натурное моделирование технических объектов и технологических процессов;
- проявление инновационного подхода к решению учебных и практических задач в процессе моделирования изделия или технологического процесса;
- выявление потребностей, проектирование и создание объектов, имеющих потребительную стоимость;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий.

Предметными результатами обучения управлением БПЛА являются:

- умение использовать термины области «Робототехника и БПЛА»;

- умение дистанционного управления беспилотным летательным аппаратом;
- умение конструировать и собирать беспилотные летательные системы;
- умение эксплуатировать беспилотные летательные системы;
- умение визуального пилотирования беспилотного летательного аппарата;
- умение программировать контролер БПЛА;
- умение конструировать модели БПЛА с различными геометрическими конфигурациями;
- умение составлять линейные алгоритмы управления исполнителями и записывать их на выбранном языке программирования;
- умение использовать логические значения, операции и выражения с ними;
- умение формально выполнять алгоритмы, описанные с использованием конструкций ветвления (условные операторы) и повторения (циклы), вспомогательных алгоритмов, простых и табличных величин;
- умение создавать и выполнять программы для решения несложных алгоритмических задач в выбранной среде программирования;
- умение использовать готовые прикладные компьютерные программы и сервисы в выбранной специализации, умение работать с описаниями программ и сервисами;
- навыки выбора способа представления данных в зависимости от поставленной задачи;
- рациональное использование учебной и дополнительной технической и технологической информации для проектирования и создания беспилотных летательных систем;
- владение алгоритмами и методами решения организационных и технико-технологических задач;
- владение методами чтения и способами графического представления технической, технологической и инструктивной информации;
- применение общенаучных знаний по предметам естественнонаучного и математического цикла в процессе подготовки и осуществления технологических процессов для обоснования и аргументации рациональности деятельности;
- владение формами учебно-исследовательской, проектной, игровой деятельности;
- планирование технологического процесса в процессе создания беспилотных летательных систем;
- проектирование последовательности операций и составление операционной карты работ;
- выполнение технологических операций с соблюдением установленных норм, стандартов и ограничений;
- обоснование критериев и показателей качества промежуточных и конечных результатов работы над проектом;
- выбор и использование средств и видов представления технической и технологической информации и знаковых систем в соответствии с коммуникативной задачей, сферой и ситуацией общения;
- подбор и применение инструментов, приборов и оборудования в технологических процессах с учетом областей их применения;
- контроль промежуточных и конечных результатов труда по установленным критериям и показателям с использованием контрольных и измерительных инструментов;

- осознание ответственности за качество результатов труда;
- дизайнерское проектирование изделия или рациональная эстетическая организация работ;
- формирование рабочей группы для выполнения проекта с учетом общности интересов и возможностей будущих членов команды;
- оформление коммуникационной и технологической документации с учетом требований действующих нормативов и стандартов;
- публичная презентация и защита продукта;
- развитие моторики и координации движений рук при работе с образовательными конструкторами БПЛА;
- достижение необходимой точности движений при выполнении различных технологических операций;
- сочетание образного и логического мышления в процессе учебно-исследовательской, проектной, игровой деятельности.

1.4. Содержание программы

1.4.1. Сводный учебный план

№	Наименование темы	Всего часов	Теория	Практика
1	Теория мультироторных систем. Основы управления	16	6	10
2	Работа с квадрокоптером. Учебные полёты	6	2	4
3	Система управления с обратной связью, управление угловым положением	8	5	3
4	Система стабилизации высоты аппарата	6	2	4
5	Введение в программирование Arduino/Scratch	4	2	2
6	Программирование Nanorix	42	8	34
7	3D моделирование и печать	24	4	20
8	Знакомство, настройка, установка FPV – оборудования	36	1	35
9	Итоговая аттестация	2		2
Итого:		144	30	114

1.4.2. Учебно-тематический план:

№	Наименование темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы организации занятий	Формы аттестации (контроля)

1	Теория мультироторных систем. Основы управления	16	6	10		
1.1	Инструктаж по технике безопасности. Введение в беспилотную авиацию, в дроностроение. Знакомство с «Воздушным кодексом РФ»	2	2	0	Комбинированная	Опрос
1.2	Обзор видов БПЛА (планеры, мультикоптеры, вертолеты, конвертопланы, дирижабли, аэростаты и т.д.).	4	2	2	Комбинированная	Опрос
1.3	Особенности устройства мультироторных БПЛА. Разбор альтернативных компоновок мультироторных БПЛА	2	1	1	Комбинированная	Опрос
1.4	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Практическое занятия с литий – полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка /хранение)	2	1	1	Комбинированная	Опрос
1.5	Полеты на симуляторе	6		6	Комбинированная	Беседа
2	Работа с квадрокоптером. Учебные полёты	6	2	4		
2.1	Анализ телеметрии инерциальных сенсоров.	2	2		Комбинированная	Тест
2.2	Сборка-наладка дрона. Подключение к смартфону/ПК. Инструктаж по технике безопасности полетов	2		2	Практикум	Тест
2.3	Подключение к смартфону/ПК. Тестовые полеты.	2		2	Практикум	Тест
3	Система управления с обратной связью, управление угловым положением	8	5	3		
3.1	Обзор системы оценки углового положения	4	2	2	Комбинированная	Опрос

3.2	Состояние системы – просмотр телеметрии. Воздействие P и D части регулятора на полет аппарата.	2	2	0	Комбинированная	Опрос
3.3	Теория и тесты на интегральную часть регулятора, смещение центра тяжести.	2	1	1	Комбинированная	Опрос
4	Система стабилизации высоты аппарата	6	2	4		
4.1	Датчик высоты и оценка высоты с использованием измерений акселерометра	2	1	1	Комбинированная	Тест
4.2	Теория по фильтру низких частот, практика по настройке фильтрации	2	1	1	Комбинированная	Тест
4.3	Тюнинг P компоненты регулятора, тесты системы удержания высоты, анализ телеметрии	2		2	Практикум	Опрос
5	Введение в программирование Arduino/Scratch	4	2	2		
5.1	Обзор основных команд для программирования NanopiX	2	2	0	Комбинированная	Тест
5.2	Установка и настройка, подключение и запуск тестовой программы	2	0	2	Практикум	Тест
6	Программирование NanopiX	42	8	34		
6.1	Разбор готовых примеров программ, их запуск и тестирование	2	1	1	Комбинированная	Беседа
6.2	Как не нужно писать программы для дрона, чтобы не терять контроль над аппаратом	2	1	1	Комбинированная	Беседа
6.3	Написание программы, изменяющей цвет светодиод в зависимости от высоты, наклона аппарата	2	0	2	Практикум	Тест
6.4	Обучение учебным полетам: «взлёт/посадка», используя готовые	2	0	2	Практикум	Тест

	функции взлета/посадки.					
6.5	Обучение учебным полетам: «взлёт/посадка», без использования готовых функций взлета/посадки.	2	0	2	Практику м	Тест
6.6	Написание программы, инвертирующей команды крена/тангажа с пульта	2	0	2	Практику м	Тест
6.7	Обучение учебным полетам: «удержание на заданной высоте»	2	0	2	Практику м	Тест
6.8	Обучение учебным полетам: перемещения «вперед-назад»	2	1	1	Комбинир ованная	Тест
6.9	Обучение учебным полетам: перемещения «влево-вправо»	2	1	1	Комбинир ованная	Тест
6.10	Разбор аварийных ситуаций	2	1	1	Комбинир ованная	Беседа
6.11	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку»	2	1	1	Комбинир ованная	Тест
6.12	Написание программы, управляющей чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от установленного цвета светодиодов	2	0	2	Практику м	Тест
6.13	Написание программы, управляющей чувствительностью на команды управления по крену/тангажу в зависимости от высоты аппарата	2	0	2	Практику м	Тест
6.14	Написание программы, самостоятельно реализующей функцию head-free	2	0	2	Практику м	Тест
6.15	Настройка ПИД-регуляторов. Основы автоматического регулирования. Разбор структуры ПИД-регулятора.	2	2	0	Комбинир ованная	Тест
6.16	Настройка ПИД-регуляторов. Демонстрация изменений в динамике полета при изменении	2	0	2	Практику м	Тест

	конкретных параметров регулятора (крен, тангаж, курс, высота)					
6.17	Выполнение полётов: «коробочка»	2	0	2	Практику м	Тест
6.18	.Выполнение полётов: «челнок»	2	0	2	Практику м	Тест
6.19	Выполнение полётов: «восьмерка»	2	0	2	Практику м	Тест
6.20	Выполнение полётов: «змейка»	2	0	2	Практику м	Тест
6.21	Выполнение полётов: «облет по кругу»	2	0	2	Практику м	Тест
7	3D моделирование и печать	24	4	20		
7.1	Основы 3D моделирования.	2	2	0	Комбинир ованная	Беседа
7.2	Практика разработки простейших 3D моделей	2	0	2	Практику м	Беседа
7.3	Основы 3D печати: схема устройства FDM принтера и принцип работы.	2	1	1	Комбинир ованная	Опрос
7.4	Основы 3D печати: как моделировать детали для последующей печати.	2	1	1	Комбинир ованная	Опрос
7.5	Проработка требований для нового корпуса дрона Nanorix, измерений компонентов.	2	0	2	Практику м	Опрос
7.6	Моделирование корпуса для Nanorix	6	0	6	Практику м	Тест
7.7	3D печать смоделированных корпусов	2	0	2	Практику м	Тест
7.8	Проведение вибрационных тестов на оригинальных корпусах	2	0	2	Практику м	Беседа
7.9	Сборка и наладка Nanorix в смоделированном корпусе	2	0	2	Практику м	Беседа
7.10	Проведение вибрационных тестов на новых корпусах и сравнение результатов	2	0	2	Практику м	Тест
8	Знакомство, настройка, установка FPV – оборудования	36	1	35		
8.1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка	2	1	1	Комбинир ованная	Опрос
8.2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	4	0	4	Практику м	Опрос

8.3	Пилотирование с использованием FPV - оборудования (с препятствиями и без них)	30	0	30	Практику м	Тест
9	Итоговая аттестация	2	0	2		
9.1	Прохождение квалификационного трека	0	0	2	Практику м	Тест
Итого:		144	30	114		

1.4.2. Содержание

№	Наименование темы	Тео рия	Пра ктик а	Содержание (теория и практика)	Образовательный результат
1	Теория мультироторных систем. Основы управления	6	10		
1.1	Инструктаж по технике безопасности. Введение в беспилотную авиацию, в дроностроение. Знакомство с «Воздушным кодексом РФ»	2	0	Теория: Инструктаж по технике безопасности. История авиации, история беспилотной авиации, дроностроение. Знакомство с «Воздушным кодексом РФ»	Будут знать: Историю авиации, историю беспилотной авиации, дроностроение. «Воздушный кодекс РФ»
1.2	Обзор видов БПЛА (планеры, мультикоптеры, вертолеты, конвертопланы, дирижабли, аэростаты и т.д.).	2	2	Теория: Основные различия в назначении и технической части. Особенности управления разными видами БПЛА: а. Элементы управления планеров б. Вертолетов в. Статических БПЛА d. Мультикоптеров. Устойчивость разных видов БПЛА: а. Устойчивость планеров в связи с особенностями аэродинамической схемы б. Устойчивость вертолета в связи со сложной механикой винта (одновинтовые схемы с винтом на хвосте, двухвинтовые) с. Шары и прочие аэростатические БПЛА (парящие, привязные) d. Мультикоптеры - принцип обеспечения устойчивости	Будут знать: Основные различия в назначении и технической части. Особенности управления разными видами БПЛА. Устойчивость планеров в связи с особенностями аэродинамической схемы.

				<p>благодаря электронике с системой управления.</p> <p>е. Конвертопланы – смешанная схема, увеличенная дальность применения и сохранение вертикального взлета-посадки.</p> <p>Практика: 1. Демонстрация одного Naporix в режиме со стабилизацией и без стабилизации, анализ различий в поведении.</p> <p>2. Сборка бумажного самолета и разбор обеспечения устойчивости 3. Демонстрация работы одновинтовой схемы и статических БПЛА (по видеоматериалам)</p>	
1.3	<p>Особенности устройства мультироторных БПЛА.</p> <p>Разбор альтернативных компоновок мультироторных БПЛА</p>	1	1	<p>Теория: а. Краткий обзор компонентов Naporix б. Обзор различных типов (компоновка рамы, полетная конфигурация) мультироторных БПЛА с. Детальный обзор компонентов в коробке: d. Разбор состава платы управления е. Подключение к Wi-Fi сети телефона/ноутбука f. Разбор ключевых элементов интерфейса (заряд батареи, чувствительность, headfree, стики управления, кнопки включения и взлета, параметры системы)</p>	<p>Будут знать: Компоненты Naporix. Различные типы мультироторных БПЛА. Состав платы управления. Ключевые элементы интерфейса.</p> <p>Будут уметь: Подключать к Wi-fi сети телефона/ноутбука.</p>
1.4	<p>Основы электричества.</p> <p>Литий-полимерные аккумуляторы.</p> <p>Практическое занятия с литий – полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка /хранение)</p>	1	1	<p>Теория: Знакомство с основа электричества. Изучение основных видов аккумуляторов применяемых в БПЛА</p> <p>Практика: Зарядка/разрядка/балансировка/хранение литий-полимерных аккумуляторов</p>	<p>Будут знать: Основы электричества. Виды аккумуляторов.</p> <p>Будут уметь: Заряжать, балансировать, хранить аккумуляторы</p>
1.5	Полеты на симуляторе		6	Практика: Отработка навыков полета на БПЛА с	Будут уметь: Управлять симулятором БПЛА

				использованием симулятора.	
2	Работа с квадрокоптером. Учебные полёты	2	4		
2.1	Анализ телеметрии инерциальных сенсоров.	2		Теория: Анализ телеметрии гироскопа; показания сенсора в покое, при вращении по разным осям, разные знаки скорости; анализ телеметрии лазерного дальномера; принцип работы лазерного приемника-передатчика; показания при перекрытии полном/частичном; увеличение шумности показаний при увеличении дистанции	Будут знать: Понятие телеметрии. Будут уметь: выполнять анализ телеметрии инерциальных сенсоров
2.2	Сборка-наладка дрона. Подключение к смартфону/ПК. Инструктаж по технике безопасности полетов		2	Практика: Сборка, подключение к смартфону/ПК, проверка корректности параметров 'на земле': 1. Работают все моторы 2. Верная тяга пропеллеров (правильно установлены пропеллеры и моторы) 3. Корректные показания датчика углового положения. 4. Корректные показания дальномера 5. Плотная установка АКБ, крышки и защиты	Будут уметь: Собирать и подключать к смартфону/ПК и проверять корректность параметров телеметрии «на земле»
2.3	Подключение к смартфону/ПК. Тестовые полеты.		2	Практика: Сборка, подключение к смартфону/ПК, проверка корректности параметров 'на земле': 1. Работают все моторы 2. Верная тяга пропеллеров (правильно установлены пропеллеры и моторы) 3. Корректные показания датчика углового положения 4. Корректные показания дальномера 5. Плотная установка АКБ, крышки и защиты 6. Тестовые полеты	Будут уметь: Собирать и подключать к смартфону/ПК и проверять корректность параметров телеметрии «на земле». Осуществлять тестовые полеты.

3	Система управления с обратной связью, управление угловым положением	5	3		
3.1	Обзор системы оценки углового положения	2	2	Теория: воздействия на систему оценки углового положения (включаем дрон, запускаем телеметрию углового положения) Показания при неправильной калибровке горизонта. Показания при неправильной калибровке гироскопа. Практика: Анализ корректного поведения системы оценки - при любых вращениях она должна выдавать корректные углы. Аналогичные ошибки настроек при полете, влияние системы оценки на полет с. Обзор и тестирование функции head-free. Обзор и тестирование системы удержания высоты по лазерному дальномеру	Будут знать: систему оценки углового положения Будут уметь: анализировать поведение системы оценки углового положения. Использовать функцию head-free. Применять систему удержания высоты по лазерному дальномеру.
3.2	Состояние системы – просмотр телеметрии. Воздействие Р и D части регулятора на полет аппарата.	2	0	Теория: Состояние системы (угловое положение) - просмотр телеметрии. Что является управлением и как его можно генерировать (объяснение Р и D части регулятора). Воздействие пропорциональной части регулятора на полет аппарата. Воздействие дифференциальной части регулятора на полет.	Будут знать: Состояние системы (угловое положение) - просмотр телеметрии. Что является управлением и как его можно генерировать (объяснение Р и D части регулятора). Как воздействует пропорциональная часть регулятора на полет аппарата. Воздействие дифференциальной части регулятора на полет.
3.3	Теория и тесты на интегральную часть регулятора, смещение центра тяжести.	1	1	Теория и тесты на интегральную часть регулятора, смещение центра тяжести	Будут знать: интегральную часть регулятора, смещение центра тяжести. Будут уметь: Смещать центр тяжести.
4	Система стабилизации	2	4		

	высоты аппарата				
4.1	Датчик высоты и оценка высоты с использованием измерений акселерометра	1	1	Теория: Датчик высоты и оценка высоты с использованием измерений акселерометра: теория про комплементарный фильтр. Практика: Измерение высоты с использованием акселерометра	Будут знать: Датчик высоты и оценка высоты с использованием измерений акселерометра: теория про комплементарный фильтр. Будут уметь: Измерять высоту с использованием акселерометра
4.2	Теория по фильтру низких частот, практика по настройке фильтрации	1	1	Теория: Анализ телеметрии на практике. Теория по фильтру низких частот, практика по настройке фильтрации.	Будут уметь: анализировать телеметрию на практике. Настраивать фильтрацию
4.3	Тюнинг P компоненты регулятора, тесты системы удержания высоты, анализ телеметрии		2	Практика: Тюнинг P компоненты регулятора, тесты системы удержания высоты, анализ телеметрии	Будут уметь: модернизировать P компоненту регулятора, систему удержания высоты, анализировать телеметрию
5	Введение в программирование Arduino/Scratch	2	2		
5.1	Обзор основных команд для программирования NaoPiX	2	0	Теория: обзор основных команд для программирования NaoPiX в системе программирования	Будут знать: основные команды для программирования NaoPiX в системе программирования
5.2	Установка и настройка, подключение и запуск тестовой программы	0	2	Практика: Установка и настройка, подключение и запуск тестовой программы на БПЛА	Будут уметь: Устанавливать и настраивать, подключать и запускать программы на БПЛА
6	Программирование NaoPiX	8	34		
6.1	Разбор готовых примеров программ, их запуск и тестирование	1	1	Теория: разбор готовых программ составленных в системе программирования для БПЛА. Практика: Установка готовых программ на БПЛА их запуск и тестирование	Будут знать: примеры готовых программ составленных в системе программирования для БПЛА. Будут уметь: Устанавливать программы на БПЛА и запускать их.
6.2	Как не нужно писать программы для дрона, чтобы не терять контроль над аппаратом	1	1	Теория: Обзор ошибок допускаемых при составлении программ для БПЛА Практика: Исправление ошибок в готовых примерах программ.	Будут знать: Основные ошибки допускаемые при составлении программ для БПЛА. Будут уметь: находить ошибки в программах составленных для БПЛА.

6.3	Написание программы, изменяющей цвет светодиода в зависимости от высоты, наклона аппарата	0	2	Практика: Написание программы, изменяющей цвет светодиода в зависимости от высоты, наклона аппарата	Будут уметь: Составлять программы на изменение цвета светодиода в зависимости от высоты, наклона аппарата.
6.4	Обучение учебным полетам: «взлёт/посадка», используя готовые функции взлета/посадки.	0	2	Практика: взлет/посадка, используя готовые функции.	Будут уметь: осуществлять взлет/посадку с применением готовых функций.
6.5	Обучение учебным полетам: «взлёт/посадка», без использования готовых функций взлета/посадки.	0	2	Практика: взлет/посадка, без использования готовых функций.	Будут уметь: осуществлять взлет/посадку, без использования готовых функций.
6.6	Написание программы, инвертирующей команды крена/тангажа с пульта	0	2	Практика: составление программы инвертирующей команды крена/тангажа с пульта управления	Будут уметь: составлять программу инвертирующую команды крена/тангажа с пульта управления
6.7	Обучение учебным полетам: «удержание на заданной высоте»	0	2	Практика: Взлет и удержание БПЛА на заданной высоте с использованием пульта	Будут уметь: Осуществлять взлет и удержание БПЛА на заданной высоте.
6.8	Обучение учебным полетам: перемещения «вперед-назад»	1	1	Теория: разбор действий для перемещения БПЛА «вперед-назад» Практика: Взлет и перемещение «вперед-назад», посадка	Будут знать: как осуществляется полет «вперед-назад» Будут уметь: осуществлять взлет и перемещение «вперед-назад»
6.9	Обучение учебным полетам: перемещения «влево-вправо»	1	1	Теория: разбор действий для перемещения «влево-вправо» Практика: Взлет и перемещение «влево-вправо», посадка.	Будут знать: как осуществляется полет «влево-вправо» Будут уметь: осуществлять взлет и перемещение «влево-вправо»
6.10	Разбор аварийных ситуаций	1	1	Теория: разбор типовых аварийных ситуаций, причин по которым они могут произойти Практика: моделирование аварийной ситуации и избегание таковых	Будут знать: Типовые аварийные ситуации, причины их возникновения. Будут уметь: избегать аварийных ситуаций при полетах

6.11	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку»	1	1	Теория: способы точной посадки на удаленную точку Практика: точная посадка на удаленную точку.	Будут знать: как осуществить точную посадку на удаленную точку. Будут уметь: осуществлять точную посадку на удаленную точку.
6.12	Написание программы, управляющей чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от установленного цвета светодиодов	0	2	Практика: составление программы управляющей чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от установленного цвета светодиодов	Будут уметь: составлять программы управляющие чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от установленного цвета светодиодов.
6.13	Написание программы, управляющей чувствительностью на команды управления по крену/тангажу в зависимости от высоты аппарата	0	2	Практика: составление программы управляющей чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от высоты аппарата	Будут уметь: составлять программы управляющие чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от высоты аппарата.
6.14	Написание программы, самостоятельно реализующей функцию head-free	0	2	Практика: составление программы реализующей функцию head-free	Будут уметь: составлять программу реализующую функцию head-free
6.15	Настройка ПИД-регуляторов. Основы автоматического регулирования. Разбор структуры ПИД-регулятора.	2	0	Теория: Способы настройки ПИД-регуляторов. Основы автоматического регулирования. Разбор структуры ПИД-регулятора.	Будут знать: Способы настройки ПИД-регуляторов. Основы автоматического регулирования. Разбор структуры ПИД-регулятора.
6.16	Настройка ПИД-регуляторов. Демонстрация изменений в динамике полета при изменении конкретных параметров регулятора (крен, тангаж, курс, высота)	0	2	Практика: Настройка ПИД-регуляторов. Демонстрация изменений в динамике полета при изменении конкретных параметров регулятора(крен, тангаж, курс, высота)	Будут уметь: настраивать ПИД-регуляторы.
6.17	Выполнение полётов: «коробочка»	0	2	Практика: выполнение полетов «коробочка»	Будут уметь: выполнять полет «коробочка»
6.18	Выполнение полётов: «челнок»	0	2	Практика: выполнение полетов «челнок»	Будут уметь: выполнять полет «челнок»
6.19	Выполнение полётов: «восьмерка»	0	2	Практика: выполнение полетов «восьмерка»	Будут уметь: выполнять полет «восьмерка»
6.20	Выполнение полётов: «змейка»	0	2	Практика: выполнение полетов «змейка»	Будут уметь: выполнять полет «змейка»

6.21	Выполнение полётов: «облет по кругу»	0	2	Практика: выполнение полетов «облет по кругу»	Будут уметь: выполнять полет «облет по кругу»
7	3D моделирование и печать	4	20		
7.1	Основы 3D моделирования.	2	0	Теория: знакомство с интерфейсом 3D редактора, инструментами используемыми при моделировании 3D моделей	Будут знать: интерфейс 3D редактора, инструменты 3D редактора.
7.2	Практика разработки простейших 3D моделей	0	2	Практика: разработка простейших 3D моделей в 3D редакторе	Будут уметь: разрабатывать простейшие 3D модели.
7.3	Основы 3D печати: схема устройства FDM принтера и принцип работы.	1	1	Теория: Основы 3D печати: схема устройства FDM принтера и принцип работы Практика: Подготовка принтера к печати. Пробная печать	Будут знать: устройство FDM принтера и принцип работы. Будут уметь: подготавливать принтер к печати. Печатать модели.
7.4	Основы 3D печати: как моделировать детали для последующей печати.	1	1	Теория: создание моделей для печати на принтере. Практика: создание модели для последующей печати на принтере.	Будут знать: основы 3D печати: создание моделей для печати на принтере. Будут уметь: создавать модели для последующей печати на принтере
7.5	Проработка требований для нового корпуса дрона Nanorix, измерений компонентов.	0	2	Практика: Проработка требований для нового корпуса дрона Nanorix, измерение компонентов БПЛА.	Будут уметь: измерять компоненты БПЛА для последующей работы по созданию корпуса БПЛА
7.6	Моделирование корпуса для Nanorix	0	6	Практика: моделирование корпуса для Nanorix на основе проведенных измерений компонентов БПЛА	Будут уметь: моделировать корпус для БПЛА
7.7	3D печать смоделированных корпусов	0	2	Практика: настройка и 3D печать смоделированного корпуса для БПЛА	Будут уметь: осуществлять настройку 3D принтера и печать созданных моделей для БПЛА
7.8	Проведение вибрационных тестов на оригинальных корпусах	0	2	Практика: проведение вибрационных тестов на оригинальных корпусах	Будут уметь: проводить вибрационные тесты на корпусах БПЛА
7.9	Сборка и наладка Nanorix в смоделированном корпусе	0	2	Практика: сборка и наладка Nanorix в смоделированном корпусе	Будут уметь: собирать БПЛА из компонентов системы БПЛА
7.10	Проведение	0	2	Практика: проведение	Будут уметь: проводить

	вибрационных тестов на новых корпусах и сравнение результатов			вибрационных тестов на новых корпусах и сравнение полученных результатов с результатами тестов на оригинальных корпусах	вибрационные тесты на корпусах БПЛА
8	Знакомство, настройка, установка FPV – оборудования	1	35		
8.1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка	1	1	Теория: основы видеотрансляции. Применяемое оборудование. Практика: Настройка оборудования для видеотрансляции	Будут знать: основы видеотрансляции Будут уметь: настраивать оборудование для видеотрансляции
8.2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	0	4	Практика: установка и подключение радиоприемника и видеооборудования на БПЛА Nanorix.	Будут уметь: устанавливать и подключать видеооборудование на БПЛА
8.3	Пилотирование с использованием FPV - оборудования (с препятствиями и без них)	0	30	Практика: Пилотирование Nanorix с использованием FPV-оборудования на площадке с препятствиями и без	Будут уметь: пилотировать Nanorix БПЛА в различных окружающих обстановках.
9	Итоговая аттестация	0	2		
9.1	Прохождение квалификационного трека	0	2	Практика: прохождение квалификационного трека с использованием видеооборудования FPV. Обсуждение итогов работы.	
Итого:		30	114		

2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

2.1. Условия реализации программы

Оснащение специальным оборудованием и дидактическая оснащённость

1. Компьютерный класс – для программирования БПЛА Nanorix, настройки БПЛА, отладки программ, проверка совместной работоспособности программного продукта и модулей БПЛА Nanorix.

2. Наборы конструкторов БПЛА Nanorix:

- образовательные конструкторы БПЛА Nanorix;
- FPV система;
- 3D принтер;
- программный продукт – по количеству компьютеров в классе;
- ящик для хранения конструкторов Nanorix и FPV системы.

3. Дидактическая оснащённость:

Раздаточный материал:

- тестовые задания;
- таблица требования к проекту;

Средства наглядности:

- иллюстрации, фотографии;
- записи кино- и видеофильмов.

Памятки:

- моделирование объектов ;
- как вести поиск информации.

4. Технические средства обучения:

- аудиовизуальное проекционное оборудование.

2.2. Формы аттестации / контроля.

На основном этапе осуществляется коллективная выработка технических решений в определенной последовательности:

- анализ объекта моделирования (исходные данные и дополнительная информация);

- выработка частных (промежуточных) решений;
- анализ (обсуждение) выработанных решений;
- выработка согласованного решения;
- анализ (обсуждение) согласованного решения;
- анализ (обсуждение) достижения поставленных целей;
- оценка работы участников игры в данной последовательной работе.

Заключительный этап проводится в форме прохождения квалификационного трека и *круглого стола* и состоит в анализе деятельности участников, выведении суммарных поощрительных и штрафных баллов, а также в объявлении лучших игровых групп по оценке всех участников игры и особому мнению группы обеспечения.

Формы контроля в основном носят соревновательный характер:

- **Микросоревнование** – разновидность контрольных мероприятий в игровой форме методики развивающего обучения. Соревнование, имеющее целью уяснение обучающимися отдельных тем (в некотором роде – аналог школьной контрольной работы с обязательным разбором полученных результатов). Подготовка начинается с разработки сценария. В его содержание входят:
 - цель соревнования;
 - описание изучаемой проблемы;
 - обоснование поставленной задачи;
 - план и форма соревнования;
 - общее описание процедуры соревнования;
 - содержание ситуации и характеристик действующих лиц, назначенных в судейскую коллегию.
- **Соревнование** – основная форма подведения итогов и получения объективной оценки достижения программных целей. В данном случае – очень гибкая как по времени, так и по тематике форма, поскольку выстраивается на основе планов внешних организаций (в том числе федерального и международного уровней).
- **Участие в выставке технического творчества** – форма оценивания успешности освоения программы для обучающихся, проявляющих склонность к конструкторской деятельности.
- **Участие в тематических конкурсах** – разновидность соревнования, проводимого в свободной категории. Используется эпизодически в соревнованиях всех уровней.

Контроль динамики усвоения программы осуществляется на основе непрерывного мониторинга результативности деятельности каждого обучающегося. Поскольку соревнования организуются в групповой форме, для получения объективной информации педагог ненавязчиво обеспечивает ротацию состава команд и отражает его в журнале мониторинга. Дополнительной оценкой являются педагогические наблюдения, цель которых в выявлении профессиональных предпочтений и способностей. Результаты педагогических наблюдений выносятся на обсуждение при собеседовании с обучающимся.

2.3. Оценочные материалы.

Оценка образовательных результатов

Оценки/оцениваемые	низкий	средний	высокий
--------------------	--------	---------	---------

параметры			
Уровень теоретических знаний			
	Обучающийся знает фрагментарно изученный материал. Изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами.	Обучающийся знает изученный материал, но для полного раскрытия темы требуются дополнительные вопросы.	Обучающийся знает изученный материал. Может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение материалом.
Уровень практических навыков и умений			
Работа с БПЛА. Техника безопасности	Требуется контроль педагога за выполнением правил по технике безопасности.	Требуется периодическое напоминание о том, как работать с БПЛА	Четко и безопасно работает с БПЛА и компьютером.
Способность изготовления моделей БПЛА	Не может изготовить модель БПЛА по схеме без помощи педагога.	Может изготовить модель БПЛА по схемам при подсказке педагога.	Способен самостоятельно изготовить модель БПЛА по заданным схемам
Степень самостоятельности изготовления моделей БПЛА	Требуются постоянные пояснения педагога при сборке и программированию	Нуждается в пояснении последовательности работы, но способен после объяснения к самостоятельным действиям.	Самостоятельно выполняет операции при сборке и программированию БПЛА.

Оценочные материалы

баллы	Изготовление БПЛА по заданному проекту	Программирование БПЛА по заданному проекту
5	Полностью отвечает заданию. Высокая техника исполнения	Полностью отвечает заданию. БПЛА выполняет все предусмотренные заданием действия
4	Полностью отвечает заданию. Незначительные недостатки при сборке и программированию	Полностью отвечает заданию. Незначительные недостатки по программированию (БПЛА не выполняет одно из предусмотренных действий)
3	Полностью отвечает	Отвечает заданию. Имеет

	заданию. Имеет один или несколько незначительных недостатков по сборке, которые можно быстро устранить	незначительные недостатки по программированию (БПЛА не выполняет одно из предусмотренных действий)
2	Частично не соответствует заданию. Имеет несколько серьезных недостатков при сборке, которые нельзя исправить без разборки отдельных узлов.	Частично не соответствует заданию. Имеет значительные недостатки по программированию (БПЛА не выполняет поставленные задачи или выполняет с перебоями, выполняет не предусмотренные заданием действия)
1	Задание не выполнено	Задание не выполнено

2.4. Методическое обеспечение.

Программа предполагает различные формы организации деятельности обучающихся на занятии: фронтальную и индивидуальную. Первая предполагает совместные действия всех обучающихся под руководством педагога. Вторая - самостоятельную работу каждого обучающегося.

Наиболее эффективная форма организации - *групповая деятельность в разноуровневых группах* для обучения элементам кооперации, внесения в собственную деятельность самооценки, взаимооценки, умение работать с технической литературой и выделять главное.

Методы, используемые в обучении при реализации программы:

- практический (работа с образовательными конструкторами);
- наглядный (фото и видеоматериалы по робототехнике, распечатки рабочих окон компьютерных программ);
- словесный (инструктажи, беседы, разъяснения);
- инновационные методы (поисково-исследовательский, проектный, игровой);
- работа с литературой (изучение специальной литературы, чертежей).

Приемы: создание проблемной ситуации, построение алгоритма сборки модели, составления программы и т.д.

Современные педагогические технологии (проектная, исследовательская, эвристическая, интерактивная и другие) в сочетании с современными информационными технологиями могут существенно повысить эффективность образовательного процесса, решить стоящие перед педагогом задачи воспитания всесторонне развитой, творчески свободной личности.

Формы проведения занятий

- *Лекция* – используется при объяснении теоретических и практических положений (законов, положений, ГОСТов и т.д.). Творчески мыслить надо учить на всех занятиях, так как они требуют активности, волевых эмоциональных качеств, длительной подготовки и напряженного труда. Ведущее место в этом занимает проблемная лекция. В ходе ее чтения имеет место двухсторонняя мыслительная деятельность – педагога и обучающихся. Искусство преподавателя, читающего проблемную лекцию, должно заключаться в управлении созданием, развитием и решением проблемных ситуаций. Преподаватель должен выполнить правило: поставленная и принятая аудиторией учебная проблема должна быть решена до конца. По опыту лучших методистов, структура главной части проблемной лекции может быть следующей:
 - формирование проблемы;
 - поиск ее решения;
 - доказательство правильности решения;
 - указание (перечень) проблем, которые должны быть решены на последующих занятиях.

В ходе лекции преподаватель, применяя различные приемы мотивации, создает нужные проблемные ситуации. В условиях психологического затруднения у обучаемых начинается процесс мышления. В сознании обучаемых возникает проблемная ситуация, побуждающая их к самостоятельной познавательной деятельности. Таким образом, приобщаясь к изучению учебных проблем, обучающиеся учатся видеть проблему самостоятельно, находят способы ее решения.

- *Семинар* – используется при показе и объяснении путей решения стоящих перед воспитанниками проблем, оптимизации различных параметров, обсуждении соревновательных задач. Реализуется преимущественно в контексте модульных образовательных форм. Смысл этого термина связан с понятием «модуль» – функциональный узел, законченный блок информации, пакет. Модуль представляет собой определенный объем знаний учебного материала, а также перечень практических навыков, которые должен получить обучаемый для выполнения своих функциональных обязанностей. Основным источником учебной информации в модульном методе обучения является учебный элемент, имеющий форму стандартизированного пакета с учебным материалом по какой-либо теме или с рекомендациями (правилами) по отработке определенных практических навыков.

Учебный элемент состоит из следующих компонентов:

- точно сформулированной учебной цели;
- списка необходимой литературы (учебно-методических материалов, оборудования, учебных средств);
- собственно учебного материала в виде краткого конкретного текста, сопровождаемого подробными иллюстрациями;

- практического задания для отработки необходимых навыков, относящихся к данному учебному элементу;
- контрольной работы, соответствующей целям, поставленным в данном учебном элементе.

Путем набора соответствующих учебных элементов формируется учебный модуль на основании требований конкретной темы или выполняемой работы.

Цель разработки учебных модулей заключается в расчленении содержания каждой темы на составляющие элементы в соответствии с военно-профессиональными, педагогическими задачами, определяемыми для всех целесообразных видов занятий, согласовании их по времени и интеграции в едином комплексе.

Примерная последовательность работы:

- На первом занятии читается установочная **лекция** с включением проблемных вопросов. При этом излагаются не все требования, а лишь главные, ставятся задачи с точным указанием, что должны обучаемые знать и уметь в результате изучения данной темы. Каждый из них получает отпечатанный опорный конспект в виде мнемонической-схемы содержания лекции. Это освобождает обучаемых от необходимости конспектировать все излагаемые в ней вопросы. Таким образом, время на изучение программного материала сокращается на 40%, и у преподавателя появляется возможность прямо на лекции обсуждать с обучаемыми проблемные вопросы, контролировать качество усвоения темы. После лекции при самостоятельной подготовке обучаемые (обычно за час) успевают изучить указанные в задании источники, а также материал, специально разработанный преподавателем и изданный печатным способом.
- Второе занятие организуется как **семинарское** под руководством педагога. Воспитанники изучают источники и материалы. Начинает руководитель со стандартизированного контроля занятий по вопросам, изученным в часы самоподготовки. Для этого на занятии показывают слайдфильм: каждый кадр содержит вопрос и три – шесть различных ответов, из которых один правильный. Обучающиеся на выданных им карточках проставляют номера правильных, по их мнению, ответов. Далее преподаватель, используя кадры слайдфильма, ориентирует обучаемых на изучение очередного вопроса тем. При этом, как правило, дается схема, поясняющая его сущность и позволяющая слушателю самостоятельно усвоить материал.

Таким образом, примерно 10–15% времени выделяется на опрос обучаемых и решение проблемных задач, до 10% – на ориентирование обучаемых и их подготовку к изучению очередных вопросов, 75–80% – на самостоятельную работу.

При модульном обучении основное значение приобретает творческое начало. В целом время, когда обучаемый что-либо докладывает или отвечает на поставленные вопросы, несколько увеличивается. Опыт показывает существенные преимущества проведения занятий рассмотренным методом.

- *Лабораторная работа* – используется при проведении экспериментов и составлении технико-технологических карт, имеющих важное значение для всех обучающихся группы. Доминирующей составляющей является процесс конструктивных умений обучающихся. Основным способом организации деятельности обучающихся на практикуме является групповая форма работы. Средством управления учебной деятельностью обучающихся при проведении

лабораторной работы служит инструкция, которая по определенным правилам последовательно определяет действия участников. Исходя из имеющегося опыта, можно предложить следующую структуру лабораторных работ:

- сообщение темы, цели и задач;
- актуализация опорных знаний и умений воспитанников;
- мотивация деятельности воспитанников;
- ознакомление воспитанников с инструкцией;
- подбор необходимых материалов и оборудования;
- выполнение работы воспитанниками под руководством педагога;
- составление отчетов;
- обсуждение и интерпретация полученных результатов работы.

Эту структуру можно изменять в зависимости от содержания работы, подготовки воспитанников и наличия оборудования.

- *Консультация* – работа воспитанников в командах при проектировании, создании, программировании, тестировании и модернизации робототехнического устройства, педагог выполняет роль консультанта и подключается к работе группы по необходимости. Иное название, используемое в педагогической литературе – «Пражский метод». В данной программе полная методика «Пражского метода» реализуется сочетанием трех форм: *консультация – микросоревнование – круглый стол*. Последовательность работы должна быть следующей:
 - учебная группа разбивается на подгруппы по 4-5 обучаемых. Подгруппа из своего состава выбирает руководителя;
 - преподавателем определяется срок ее решения;
 - работа в подгруппах проводится самостоятельно под общим руководством педагога;
 - после выработки решения руководители сами или по их назначению подгруппы реализуют решение задачи (проблемы) и проводят пробные испытания;
 - подгруппа объявляет о своей готовности, педагог инициирует переход к *микросоревнованию*.

Достоинства этого метода обучения очевидны. У обучаемых формируются навыки индивидуальной и групповой самостоятельной работы, выработки коллективного решения, творческого и критического мышления, ведения полемики.

- *Мозговой штурм* – классическая методика занятий в соответствии с технологией ТРИЗ на этапе первичного обсуждения (например, при получении задания на новый для группы вид соревнований). Разработан в США в 1930-е годы, как метод коллективного генерирования новых идей первоначально в научных коллективах, а впоследствии при обучении в вузах. Сущность метода заключается в коллективном поиске нетрадиционных путей решения возникшей проблемы в ограниченное время. Переход на мозговой штурм от «Пражского метода» осуществляется при подготовке команд к внешним соревнованиям.

Целевое назначение:

- объединение творческих усилий группы в целях поиска выхода из сложной ситуации (для данного образовательного курса – это фактически *каждая новая соревновательная прелюдия*);
- коллективный поиск решения новой проблемы, нетрадиционных путей решения возникших задач;

- выяснение позиций и суждений членов группы по поводу сложившейся ситуации, обстановки и т. п. (это крайне необходимо для детского коллектива, еще не способного к самостоятельному согласованию мнений и позиций, поэтому преподавателю на этом этапе нужно быть предельно внимательным);
- генерирование идей в русле стоящей проблемы.

Методика организации и проведения «мозговой атаки» может включать в себя следующие этапы:

- Формирование (создание) проблемы, ее разьяснение и требования к ее решению.
- Подготовка обучаемых. Уточняются порядок и правила проведения атаки. При необходимости создаются рабочие группы (по четыре–шесть человек) и назначаются педагогом.
- Непосредственно «мозговая атака» (штурм). Она начинается выдвижением обучаемым предложений по решению проблемы, которые фиксируются преподавателем, например на классной доске. При этом не допускаются критические замечания по уже выдвинутым решениям, повторы, попытки обосновать свои решения.
- Контратака. Этот этап необходим при достаточно большом наборе решений (идей). Путем беглого просмотра можно определить методом сравнений и сопоставлений невозможность одних решений, наиболее уязвимые места других и исключить их из общего списка.
- Обсуждение наилучших решений (идей) и определение наиболее правильного (наиболее оптимального) решения.

Подведение к использованию метода заключается в такой формулировке вопросов, которая требует от обучаемых повышенной творческой активности. Чаще всего такие вопросы начинаются со слов «почему», «когда», «как», «где» и т. д. Например: «Как можно снизить (увеличить, расширить)...?», «Что будет, если...?», «Где можно использовать...?», «Какое основное достоинство (недостаток)...?» и т. д.

При проведении занятия необходимо соблюдать некоторые условия и правила:

- нацеленность творческого поиска на один объект, недопустимость ухода в сторону от него, потери стержневого направления;
- краткость и ясность выражения мысли участниками «мозговой атаки»;
- недопустимость критических замечаний по поводу высказываемого;
- недопустимость повтора сказанного другими участниками;
- стимулирование любой самостоятельной мысли и суждения;
- краткость и ясность выражения мысли;
- тактичное и благожелательное ведение «мозговой атаки» со стороны ведущего;
- желательность назначения ведущим специалиста, хорошо разбирающегося в проблеме и пользующегося авторитетом у присутствующих и др.

Итогом «мозговой атаки» является обсуждение лучших идей, принятие коллективного решения и рекомендация лучших идей к использованию на практике.

- **Круглый стол** – анализ результатов прошедших соревнований в условиях переключение на обыденную, привычную, домашнюю форму деятельности – например, с чаем и плюшками. Весь опыт предшествующих лет говорит об архиважности этой формы занятия, позволяющего успокоить разыгравшуюся на соревнованиях психику ребенка, показать ему сильные и слабые стороны его проектного решения, не нанося психологической травмы и не позволяя

зациклиться на поражении или победе. Обязательно соблюдаются следующие правила:

- после выступления всех подгрупп проводится обсуждение групповых решений, в котором принимают участие все обучаемые: высказываются аргументы в защиту своих решений, критические, как отрицательные, так и положительные, замечания по чужим решениям, вводятся коррективы в свои решения;
- окончательный итог подводится преподавателем. При оценке работы подгрупп учитывается не только правильность (степень правильности) групповых решений, но и затраченное время, объем информационных запросов. Оценку обучаемым дают руководители подгрупп, а последних – педагог.

2.5. Список литературы

Нормативно-правовое обеспечение

- Закон Российской Федерации «Об образовании» от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ;
- Национальный проект "Образование" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16);
- Приказ Минпросвещения России от 09.11.2018 N 196 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.11.2018 N 52831);
- СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей";
- Концепция развития дополнительного образования детей (распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 года № 1726-р);
- Концепция развития системы дополнительного образования детей и молодежи в Курганской области, 17.07.2015 г.;
- Устав МКУДО Куртамышского района «Дом детства и юношества»;
- Письмо Минобрнауки РФ от 11.12.2006 г. № 06-1844 «О примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»;
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) Минобрнауки России; Департамент государственной политики в сфере воспитания детей и молодежи № 09-3242 от 18.11.2015 г.
- «О внеурочной деятельности и реализации дополнительных общеобразовательных программ» (вместе с «методическими рекомендациями по организации внеурочной деятельности и реализации дополнительных дополнительных общеобразовательных программ»), Письмо Минобрнауки РФ № 09-3564 от 14.12.2015 г.;
- Методические рекомендации по разработке дополнительных общеобразовательных (общеразвивающих) программ, подготовленные государственным автономным образовательным учреждением дополнительного профессионального образования «Институт развития образования и социальных технологий», согласованные

экспертным советом по вопросам дополнительного образования детей и молодежи при Департаменте образования и науки Курганской области, июль, 2017 г.;

- Другие методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Буйлова Л.Н., Попова И.Н.) и др.

Литература для педагога

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>.
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 11 Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>
6. Колесников К.С., Механика в техническом университете. В 8 т. Т. 1. Курс теоретической механики. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.736 с. 11.Beard R.W. Quadrotor Dynamics and Control. Brigham Young University, October 3, 2008. P. 47.Режимдоступа: <http://rwbclasses.groups.et.byu.net/lib/exe/fetch.php?media=quadrotor:beardsquadrotornotes.pdf>
7. 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
8. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html
9. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>.
10. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229.
11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260. 11. Dikmen

I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722- 727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf/files/eluu11_public.pdf.

12. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety>

13. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.

14. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021

Литература для обучающихся

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>.

2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2014 №8 Режим доступа: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html>

3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/>

4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf

5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 11 Электрон.журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>

6. Колесников К.С., Механика в техническом университете. В 8 т. Т. 1. Курс теоретической механики. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.736 с. 11.Beard R.W. Quadrotor Dynamics and Control. Brigham Young University, October 3, 2008. P. 47.Режимдоступа: <http://rwbclasses.groups.et.byu.net/lib/exe/fetch.php?media=quadrotor:beardsquadrotornotes.pdf>

7. 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

8. Редакция Tom'sHardwareGuide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html

Приложения

Календарный учебный график

№	Дата проведения занятия	Наименование темы	Всего часов	Теория	Практика	Формы организации занятий	Формы аттестации (контроля)
1		Теория мультироторных систем. Основы управления	16	6	10		
1.1		Инструктаж по технике безопасности. Введение в беспилотную авиацию, в дроностроение. Знакомство с «Воздушным кодексом РФ»	2	2	0	Комбинированная	Опрос
1.2		Обзор видов БПЛА (планеры, мультикоптеры, вертолеты, конвертопланы, дирижабли, аэростаты и т.д.).	4	2	2	Комбинированная	Опрос
1.3		Особенности устройства мультироторных БПЛА. Разбор альтернативных компоновок мультироторных БПЛА	2	1	1	Комбинированная	Опрос
1.4		Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы. Практическое занятия с литий – полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка /хранение)	2	1	1	Комбинированная	Опрос
1.5		Полеты на симуляторе	6		6	Комбинированная	Беседа
2		Работа с квадрокоптером. Учебные полёты	6	2	4		
2.1		Анализ телеметрии инерциальных сенсоров.	2	2		Комбинированная	Тест
2.2		Сборка-наладка дрона. Подключение к смартфону/ПК. Инструктаж по технике безопасности полетов	2		2	Практикум	Тест
2.3		Подключение к смартфону/ПК. Тестовые полеты.	2		2	Практикум	Тест

3		Система управления с обратной связью, управление угловым положением	8	5	3		
3.1		Обзор системы оценки углового положения	4	2	2	Комбинированная	Опрос
3.2		Состояние системы – просмотр телеметрии. Воздействие Р и D части регулятора на полет аппарата.	2	2	0	Комбинированная	Опрос
3.3		Теория и тесты на интегральную часть регулятора, смещение центра тяжести.	2	1	1	Комбинированная	Опрос
4		Система стабилизации высоты аппарата	6	2	4		
4.1		Датчик высоты и оценка высоты с использованием измерений акселерометра	2	1	1	Комбинированная	Тест
4.2		Теория по фильтру низких частот, практика по настройке фильтрации	2	1	1	Комбинированная	Тест
4.3		Тюнинг Р компоненты регулятора, тесты системы удержания высоты, анализ телеметрии	2		2	Практикум	Опрос
5		Введение в программирование Arduino/Scratch	4	2	2		
5.1		Обзор основных команд для программирования Nanopi	2	2	0	Комбинированная	Тест
5.2		Установка и настройка, подключение и запуск тестовой программы	2	0	2	Практикум	Тест
6		Программирование Nanopi	42	8	34		
6.1		Разбор готовых примеров программ, их запуск и тестирование	2	1	1	Комбинированная	Беседа

6.2		Как не нужно писать программы для дрона, чтобы не терять контроль над аппаратом	2	1	1	Комбинированная	Беседа
6.3		Написание программы, изменяющей цвет светодиода в зависимости от высоты, наклона аппарата	2	0	2	Практикум	Тест
6.4		Обучение учебным полетам: «взлёт/посадка», используя готовые функции взлета/посадки.	2	0	2	Практикум	Тест
6.5		Обучение учебным полетам: «взлёт/посадка», без использования готовых функций взлета/посадки.	2	0	2	Практикум	Тест
6.6		Написание программы, инвертирующей команды крена/тангажа с пульта	2	0	2	Практикум	Тест
6.7		Обучение учебным полетам: «удержание на заданной высоте»	2	0	2	Практикум	Тест
6.8		Обучение учебным полетам: перемещения «вперед-назад»	2	1	1	Комбинированная	Тест
6.9		Обучение учебным полетам: перемещения «влево-вправо»	2	1	1	Комбинированная	Тест
6.10		Разбор аварийных ситуаций	2	1	1	Комбинированная	Беседа
6.11		Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку»	2	1	1	Комбинированная	Тест
6.12		Написание программы, управляющей чувствительностью по крену/тангажу в зависимости от установленного цвета светодиодов	2	0	2	Практикум	Тест
6.13		Написание программы, управляющей чувствительностью на команды управления по крену/тангажу в зависимости от высоты аппарата	2	0	2	Практикум	Тест

6.1 4	Написание программы, самостоятельно реализующей функцию head-free	2	0	2	Практику м	Тест
6.1 5	Настройка ПИД-регуляторов. Основы автоматического регулирования. Разбор структуры ПИД-регулятора.	2	2	0	Комбини рованная	Тест
6.1 6	Настройка ПИД-регуляторов. Демонстрация изменений в динамике полета при изменении конкретных параметров регулятора (крен, тангаж, курс, высота)	2	0	2	Практику м	Тест
6.1 7	Выполнение полётов: «коробочка»	2	0	2	Практику м	Тест
6.1 8	.Выполнение полётов: «челнок»	2	0	2	Практику м	Тест
6.1 9	Выполнение полётов: «восьмерка»	2	0	2	Практику м	Тест
6.2 0	Выполнение полётов: «змейка»	2	0	2	Практику м	Тест
6.2 1	Выполнение полётов: «облет по кругу»	2	0	2	Практику м	Тест
7	3D моделирование и печать	24	4	20		
7.1	Основы 3D моделирования.	2	2	0	Комбини рованная	Беседа
7.2	Практика разработки простейших 3D моделей	2	0	2	Практику м	Беседа
7.3	Основы 3D печати: схема устройства FDM принтера и принцип работы.	2	1	1	Комбини рованная	Опрос
7.4	Основы 3D печати: как моделировать детали для последующей печати.	2	1	1	Комбини рованная	Опрос
7.5	Проработка требований для нового корпуса дрона Nanorix, измерений компонентов.	2	0	2	Практику м	Опрос
7.6	Моделирование корпуса для Nanorix	6	0	6	Практику м	Тест
7.7	3D печать смоделированных корпусов	2	0	2	Практику м	Тест
7.8	Проведение вибрационных тестов на оригинальных корпусах	2	0	2	Практику м	Беседа
7.9	Сборка и наладка Nanorix в смоделированном корпусе	2	0	2	Практику м	Беседа

7.1 0	Проведение вибрационных тестов на новых корпусах и сравнение результатов	2	0	2	Практику м	Тест
8	Знакомство, настройка, установка FPV – оборудования	36	1	35		
8.1	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка	2	1	1	Комбинированная	Опрос
8.2	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	4	0	4	Практику м	Опрос
8.3	Пилотирование с использованием FPV - оборудования (с препятствиями и без них)	30	0	30	Практику м	Тест
9	Итоговая аттестация	2	0	2		
9.1	Прохождение квалификационного трека	0	0	2	Практику м	Тест
Итого:		144	30	114		

Техника безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами

Дроны и квадрокоптеры стали неотъемлемой частью нашей жизни во всем мире, как смартфон. Развитие технологий и снижение стоимости беспилотных летательных аппаратов способствует этому. Поэтому, остро встает вопрос о повышении навыка пользования дронами и квадрокоптерами. И здесь можно говорить о двух важных составляющих этой безопасности - безопасное пилотирование дрона и умелое обращение с самим летательным аппаратом. Сочетание этих двух навыков и гарантирует безопасность полетов на дронах и квадрокоптерах.

1) Основное правило безопасности.

Первое и самое важное - безопасность людей. Соблюдение элементарных правил техники безопасности. Не стоит браться за управление летательным аппаратом пока вы не чувствуете уверенность в своих навыках. Последствия халатного отношения к данному правилу может привести к возникновению опасной ситуации для того кто управляет аппаратом или для окружающих. Очень рекомендуем первые полеты проводить с инструктором, на открытом пространстве и на небольшой высоте и удалении.

2) Сбои могут возникнуть из-за ошибки пилота, аппаратного или программного сбоя.

а) У вас должно быть достаточно силы тяги.

б) Если вы не справляетесь с управлением, автопилот может потребовать больше тяги, чем доступно иначе это приведёт к потере стабилизации полета.

в) В идеале мультикоптер должен взлетать при 50% стика газа.

3) Во время обучения полетами не рекомендуется использовать дорогостоящих, жестких, острых карбоновых деталей (пропеллеров и рамы).

а) Это будет более дешевый, мягкий, хрупкий пластиковый пропеллер и рама.

б) Карбон и стекловолокно не поддаются разрушению, это может быть небезопасно при контакте с чем-либо.

4) Если вы летаете рядом с людьми - вы их ставите под угрозу.

а) Будьте уверены, что есть безопасное расстояние между вами и зрителями.

б) Вам нужно понимать что для вас является безопасное расстояние для вас и окружающих.

в) По крайней мере это не ближе 3 метра , но не дальше 10м.

г) Держите всех людей дальше от летательного аппарата

д) Убедитесь, что никто не находится между вами и аппаратом

е) Зрители должны быть позади пилота

ж) Если кто-то нарушает безопасную зону полета - сажайте летательный аппарат и ждите пока не освободиться пространство для безопасного полета.

з) При полном газе средний мультикоптер может развить скорость в 32км/ч, может подняться на сотни метров и улететь на далекие расстояния.

5) Всегда будьте уверены, что кабель батареи не подключен к основной плате, пока вы не готовы к полету.

а) Всегда включайте передатчик и убеждайтесь, что ручка газа находится в нулевом положении

б) После приземления первое, что вы должны сделать - это отключить питание!

в) Не выключайте передатчик, пока вы не обесточили аппарат.

г) Всегда снимайте пропеллеры если вы тестируете или настраиваете аппарат. друзья и ваше лицо будут вам благодарны

д) Когда батарея подключена, всегда опасайтесь того, что двигатели вооружены, проверяйте это быстрой подачей газа.

е) Не подбирайте аппарат и не берите в руки аппаратуру во избежание случайного поданного газа.

ж) Не пытайтесь летать больше, чем позволяют ваши батареи, сохраняйте для безопасности мощность, иначе это может привести к аварии и нехватке мощности на вылете.

б) В АРМ полетном контроллере используется функция постановки на охрану (arming)

а) Перед полетом после того, как вы подключили батарею на аппаратуре, ручка газа должна быть нажата вниз и вправо на несколько секунд, что бы снять с охраны двигателя.

б) После посадки ваше первое действие должно быть постановка на охрану - ручка газа вниз и влево в течении нескольких секунд. После этого можно проверить постановку на охрану путем небольшого перемещение ручки газа вверх и сразу же вниз.

в) Когда вы поставили двигатели на охрану (disarming) ручку газа все равно требуется держать в нуле.

7) Учитесь переключать режимы из стабилизации в другие и обратно.

а) Это самая хорошая практика.

б) В режим стабилизации может быть добавлен Simplemode, для лучшей практики, если вы испытываете трудности.

в) Не используйте другие режимы, кроме Стабилизации (Stabilize) и SimpleStabilize пока вы не научились в них достаточно хорошо летать.

8) Важно помнить, что при первой аварии, неправильной посадке или неизвестного вам состояния полетного контроллера необходимо:

а) бросить полотенце на пропеллеры, так как они могут начать крутиться неожиданно;

б) сразу отключайте аккумулятор;

в) большое полотенце важная часть для обеспечения безопасности с огнетушителем и аптечкой;

г) лучше использовать первое средство, чем сразу последнее.

9) При тестировании или полетах по любым точками в режиме навигации используя GPS.

а) Убедитесь, что ваш GPS смог поймать необходимое количество спутников и перейти в состояние LOCK (3d fix) перед снятием охраны (arming) и взлетом.

б) Убедитесь, что ваша домашняя точка в ПО MissionPlanner установлена правильно.

в) Если GPS не смог корректно установить домашнюю точку, перезагрузитесь и подождите когда будет поймано более 8 спутников и проверьте домашнюю точку снова.

10) Знайте законы

а) Наш личный опыт использования мультикоптеров является постоянно под атакой тех, кто боится “дронов” и вторжение в их частную личную жизнь. Если вы нарушаете закон, или вторгаетесь в чью-то личную жизнь - готовьтесь отвечать по закону. Пожалуйста, понимайте наши законы и летайте, не нарушая их.

б) Найдите ближайшую любительскую группу людей, которые занимаются полетами и поинтересуйтесь у них о законности полетов в разных местах. Они с радостью смогут вам показать специальные отведенные места, которые не нарушают чьи-то права, где вы можете обмениваться опытом и получать удовольствие от полетов.

Самое главное: соблюдайте безопасную дистанцию между вашим аппаратом и людьми.

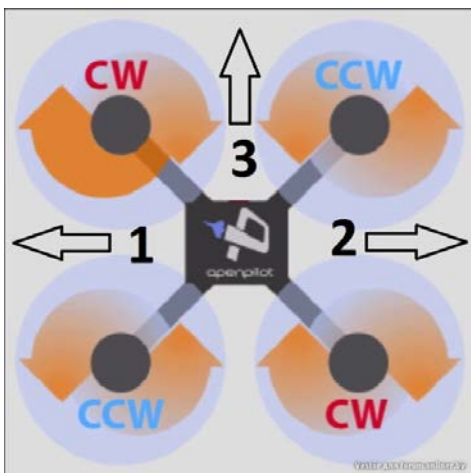
Тестовое задание

ТЕСТ ПО ПРОГРАММЕ

«БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»

1. Что такое Квадрокоптер?

- 1) это беспилотный летательный аппарат
- 2) обычно управляется пультом дистанционного управления с земли
- 3) имеет один мотор с двумя пропеллерами
- 4) имеет четыре мотора (или меньше) с четырьмя пропеллерами



2. В Российском законодательстве установлена максимальная масса квадрокоптера не требующего специального разрешения на полеты:

- 1) до 250 грамм
- 2) до 500 грамм
- 3) до 1000 грамм
- 4) _____

3. На картинке представлен квадрокоптер и схематично показано направление вращения винтов. Укажи верное направление движения «вперед» квадрокоптера:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3

4. Что такое электронный регулятор оборотов?

- 1) устройство для управления оборотами электродвигателя, применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой
- 2) устройство для управления оборотами резиномоторного двигателя
- 3) устройство для управления оборотами сервомашинки

5. Kv-rating показывает:

- 1) сколько оборотов совершит двигатель за одну минуту (RPM) при определенном напряжении
- 2) емкость батареи питания квадрокоптера
- 3) скорость движения квадрокоптера по прямой

6. Расшифруй надпись: Turnigy Multistar 5130-350

- 1) это двигатель с высотой 51мм, диаметром статора 30 мм и KV 350
- 2) это двигатель с диаметром статора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350
- 3) это двигатель с диаметром ротора 51 мм, высотой 30 мм и KV 350

7. Расшифруй надпись: Scorpion M-2205-2350KV

- 1) это двигатель с диаметром статора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350
- 2) это двигатель с диаметром ротора 22 мм, высотой 5 мм и KV 2350
- 3) это двигатель с высотой 22мм, диаметром статора 5 мм и KV 2350

8. Чем лучше использование бесколлекторного двигателя?

- 1) лучшее соотношение масса/мощность, лучшее КПД
- 2) легче
- 3) компактнее

- 4) меньше греются 5) практически не создают помех

9. Параметр указывающий, на сколько поднялся бы пропеллер за один оборот вокруг своей оси с данным наклоном лопасти, если бы он двигался в плотном веществе, называется:

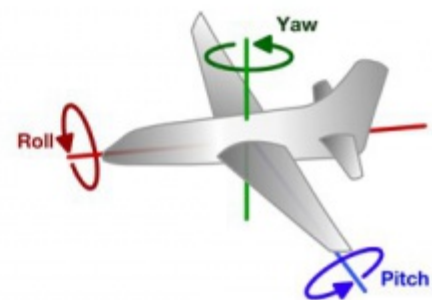
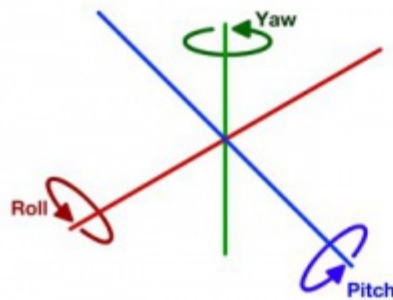
- 1) Scrutch 2) Pitch 3) Patch

10. Расшифруй цифровое обозначение пропеллера размером 10x4,5:

- 1) Первая цифра в маркировке обозначает шаг винта в дюймах, а вторая – диаметр винта
 2) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – диаметр отверстия под ось мотора
 3) Первая цифра в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а вторая – шаг винта

11. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен тангаж:

- 1) Roll
 2) Pitch
 3) Yaw



12. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом отмечен крен:

- 1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

13. Посмотри на рисунок и укажи, каким словом обозначается рыскание:

- 1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

14. Как расшифровывается аббревиатура FPV?

- 1) носимая камера 2) полеты без управления 3) вид от первого лица

15. Полётный контроллер – это:

- 1) электронное устройство, управляющее положением камеры для записи видео
 2) электронное устройство, управляющее полётом летательного аппарата.
 3) электронное устройство для связи через спутник

16. Что такое процедуры ARM и DISARM? Как они выполняются?

ARM – это _____

DISARM - это _____

17. Что делать если квадрокоптер ударился о землю и потерял управление?

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

5) _____

18. Что обязательно нужно проверить ПЕРЕД вылетом?

- 1) Затянутость гаек пропеллеров и отсутствие болтающихся проводов
- 2) Заряд аккумуляторов и правильность установки пропеллеров
- 3) Крепление и целостность защит пропеллеров

19. Что НЕЛЬЗЯ делать во время полета?

- 1) Стоять сбоку от зоны полётов
- 2) Двигать стиками в крайние положения
- 3) Медленно летать
- 4) Летать выше собственного роста

20. Что делать сразу после приземления?

- 1) Сфотографировать на телефон
- 2) Выключить пульт
- 3) Подойти к коптеру и отключить его LiPo аккумулятор
- 4) Disarm и проверить газ