

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Хибинская гимназия»

РАССМОТРЕНА
на заседании МО математического
образования,
«30» августа 2025 г.
протокол №1

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ»**

Направленность: техническая
Уровень программы: базовый
Возраст обучающихся: 12 - 18 лет
Срок реализации программы: 1 год (68 часов)

Составитель
Шальnev Роман Андреевич,
педагог дополнительного образования

г. Кировск, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ	6
СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	7
УЧЕБНЫЙ ПЛАН	7
СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА	8
ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	11
КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО- ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	12
УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	12
ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	13
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	18
ПРИЛОЖЕНИЯ	
КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК	22
ИТОГОВЫЙ ТЕСТ	23
МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	26

Раздел №1. «Комплекс основных характеристик программы»

1.1. Пояснительная записка

Программа по беспилотным летательным аппаратам реализуется в соответствии с основными нормативными документами:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;
- «Концепция развития дополнительного образования детей» (распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 г. №1726-р).

В настоящее время рынок БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – стал очень перспективной и быстроразвивающейся отраслью, к 2015 году рынок БПЛА уже оценивался в 127 млрд долларов США и продолжает активно развиваться. Очень скоро БПЛА станут неотъемлемой частью повседневной жизни: мы будем использовать БПЛА не только в СМИ и развлекательной сферах, но и в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с ростом рынка.

Направленность программы. Настоящая общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет **техническую направленность**. Предполагает дополнительное образование детей в области конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС).

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Настоящая программа соответствует общекультурному уровню освоения и предполагает удовлетворение познавательного интереса обучающегося, расширение его информированности в области беспилотных летательных аппаратов и систем, а также обогащение навыками общения и приобретение умений совместной деятельности в освоении программы.

Актуальность программы Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным

аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Отличительная особенность Представленная Программа отличается тем, что обучающиеся начинают занятия сразу на уже готовых устройствах. Это позволяет демонстрировать детали как отдельно, так и в комплексе, изучать их функции и технические характеристики. Простота деталей, используемых в квадрокоптерах, даёт гарантию, что информация будет усвоена уже на начальном этапе обучения. Однако именно эти детали аналогичны тем, которые используются в автомобилестроении. Таким образом, обучающиеся подготавливаются к пониманию технического устройства устройств. Также, когда обучающиеся будут иметь понимание функционирования тех или иных узлов, они смогут проявить свои изобретательские качества.

Также отличие программы в том, что обучающиеся пройдут обучение как виртуального полета, так и полётам на радиоуправляемых беспилотных летательных аппаратах и проведению аэрофотовидеосъёмки с последующим монтажом.

Программа нацелена на повышение не только уровня технических знаний, но и на погружение обучающихся в культуру автомоделизма как творческого, инженерного и спортивного направления.

Новизна настоящей образовательной программы заключается в том, что она интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в малой беспилотной авиации.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения обучающиеся получат знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка

целостную систему знаний, умений и навыков. Так же участие пилотов в Всероссийском конкурсе АгроНТИ по компетенции Агрокоптеры.

Адресат программы

Программа рассчитана на учащихся в возрасте 12-17 лет.

Психологические особенности подросткового возраста составляют поведенческие модели, специфические подростковые поведенческие реакции на воздействия окружающей среды. Данный возраст характеризуется эмоциональной неустойчивостью и резкими колебаниями настроения.

Возраст обучающихся, участвующих в реализации Программы, составляет от 12 до 17 лет.

Во время работы в группах разновозрастного состава всегда найдется старший, который сможет помочь разобраться в деталях изучаемой темы, и у младшего есть возможность получить поддержку и одобрение. При взаимодействии старшего и младшего большое значение имеет взаимообучение.

Дети подросткового возраста характеризуются рядом психофизиологических особенностей, способствующих успешному развитию технических способностей:

1. наблюдательность;
2. достаточно развитое техническое мышление, которое проявляется в рациональном подходе к практической задаче, в учете свойств и возможностей материалов, в хорошем планировании умственных операций;
3. достаточно развитое пространственное воображение;
4. большая любознательность;
5. общая активность мысли;
6. настойчивость в поисках, умение не опускать руки при неудаче, упорство в борьбе за поставленную цель.

Объем и срок освоения программы

Содержание программы реализуется за 1 учебный год в объеме 68 часов.

Формы обучения

Очная форма обучения.

Особенности организации образовательного процесса

Формы проведения занятий делятся на:

1. групповые – для всей группы, посвященные обсуждению общих практических и теоретических вопросов;
2. индивидуальные консультации в рамках подгрупповых занятий.

Режим занятия во время практических занятий на трассе включает в себя следующие моменты:

1. организационный;
2. осмотр трассы (для выбора наилучшей траектории прохождения поворотов и выбора скорости);
3. подготовка моделей и проверка всех рабочих узлов;
4. пилотирование;
5. выявление допущенных ошибок, поиск их решения.

Режим занятия во время теоретических занятий в помещении:

6. организационный момент;
7. вводная часть (краткий рассказ о том, чем будем заниматься);
8. опрос по пройденному материалу;
9. лекция;
10. ответы на вопросы (вопросы по пройденному материалу к педагогу от обучающихся (если что-то непонятно); вопросы от педагога к обучающимся на предмет правильного усвоения пройденного материала).

Программа может корректироваться с учетом имеющейся материально-технической базы и контингента обучающихся. Количество детей в группе до 12 человек.

Режим занятий

Занятия проводятся с периодичностью 1 раз в неделю по 2 учебных часа (90 минут).

1.2 Цели и задачи программы

Цель - формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills¹ по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, аэродинамика и конструирование беспилотных летательных аппаратов, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем).

Задачи:

Личностные задачи:

1. поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
2. развить способность к самореализации и целеустремлённости;

¹ «soft-skills» – теоретические знания и когнитивных приемы, «hard-skills» – умения «работать руками».

3. сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
4. развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
5. расширить ассоциативные возможности мышления.

Метапредметные задачи:

- развитие мотивов и интересов своей познавательной деятельности;
- формирование коммуникативной компетенции;
- формирование умения оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности её решения.

Образовательные (предметные) задачи:

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

1.3. Содержание программы

Учебный план

№ п\п	Название раздела	Количество часов			Форма промежуточной аттестации/ контроля
		всего	теория	практика	
1	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	6	4	2	Тестирование, опрос
2	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	12	3	9	Практическая работа, сборка и настройка квадрокоптера, учебные полёты
3	Настройка, установка FPV – оборудования.	5	2	3	Практическая работа, установка видеооборудования, полёт
4	Пилотирование и аэрофото- видеосъемка	7	3	4	Практическая работа, соревнование
5	Планирование проекта.	6	3	3	Тестирование, опрос
6	Обучение управлению БПЛА. Сборка рамы модели.	4	2	2	Практическая работа, сборка и настройка квадрокоптера,
7	Сборка силовой части.	8	4	4	Практическая работа, установка
8	Настройка летного контроллера	10	4	6	Практическая работа, соревнование
9	Проектирование гоночной трассы.	6	2	4	Практическая работа, соревнование
10	Конкурс.	4	0	4	Практическая работа, соревнование
Итого часов		68	27	41	

Содержание учебного плана

Блок 1. Теория мультироторных систем.

Основы управления. Полёты на симуляторе.

1. Вводная лекция о содержании курса.
2. Принципы управления и строение мультикоптеров.
3. Техника безопасности полётов
4. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.
5. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)
6. Полёты на симуляторе.

Блок 2. Сборка и настройка квадрокоптера.

Учебные полёты.

1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.
2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода.
3. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления.
4. Настройки полётного контроллера.
5. Инструктаж по технике безопасности полетов.
6. Программирование коптера Tello в Python
7. Первые учебные полёты:
«взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.
8. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка»

Блок 3. Настройка, установка FPV – оборудования.

1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.
 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.
- Пилотирование с использованием FPV- оборудования.

Блок 4. Пилотирование и аэрофото- и видеосъемка

1. Пилотирование
2. Аэрофото- и видеосъемка
3. Итоговые соревнования по стандартам WorldSkills Junior

Блок 5. Планирование проекта.

Теория.

Инструктаж по технике безопасности. Правила выбора проекта. Введение в беспилотную авиацию, в дроностроение. Описание квадрокоптеров, их применение. Знакомство с симулятором полетов на квадрокоптере.

Практика.

Захист проекта. Проектирование рамы квадрокоптера. Начало работы над сборкой квадрокоптера, сборка рамы квадрокоптера согласно инструкции, пайка деталей. Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).

Блок 6. Обучение управлению беспилотным летательным аппаратом. Сборка рамы модели.

Теория.

Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования. Платы разводки питания: общее устройство, характеристики.

Практика.

Пайка двигателей и регуляторов, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания. Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).

Блок 7. Сборка силовой части.

Теория.

Знакомство с бесколлекторными двигателями, их отличиями от коллекторных двигателей, преимущества. Знакомство со схемой сборки электронных компонентов квадрокоптера. Электронные регуляторы оборотов.

Практика.

Продолжение работы над сборкой квадрокоптера. Пайка и сборка радиотехнической схемы. Установка двигателей, полетного контроллера, платы разводки питания, электронных регуляторов оборотов.

Блок 8. Настройка летнего контроллера квадрокоптера.

Теория.

Знакомство с полетным контроллером: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера.

Практика.

Продолжение работы над сборкой квадрокоптера. Пайка и сборка радиотехнической схемы. Установка двигателей, полетного контроллера, платы разводки питания, электронных регуляторов оборотов. Настройка полетного контроллера квадрокоптера. Обучение работе на симуляторе. Тестовые запуски квадрокоптеров. Обучение управлению квадрокоптером. Управление квадрокоптером: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Разбор аварийных ситуаций.

Блок 9. Проектирование гоночной трассы.

Теория.

Знакомство с принципами построения трасс.

Практика.

Запуски квадрокоптеров. Настройка ПИДов и пробные полеты. Продолжение работы в симуляторе по повышению мастерства пилотирования.

Блок 10. Конкурс

Проведение гоночных соревнований среди команд, допущенных к соревнованиям, в полетном симуляторе. Тактическая борьба и полеты в рамках соревнований.

1.4. Планируемые результаты

Личностные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

1. уважительное отношение к культуре своего народа;
2. ответственное отношение к обучению;
3. готовность и способность к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию в области научных технологий;
4. бережное отношение к духовным ценностям;
5. нравственное сознание, чувство, поведение на основе сознательного усвоения общечеловеческих нравственных ценностей;
6. эстетические потребности, ценности и чувства.

Метапредметные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Учащиеся научатся на доступном уровне:

1. осваивать способы решения проблем творческого и научного характера и определения наиболее эффективных способов достижения результата;
2. организовывать сотрудничество с педагогом и сверстниками, работать в группе;
3. владеть основами самоконтроля, самооценки;
4. продуктивно общаться и взаимодействовать;
5. развивать художественные, психомоторные, коммуникативные способности;
6. развивать наблюдательность, ассоциативное мышление, эстетический и художественный вкус и творческое воображение.

Предметные результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Учащиеся познакомятся:

1. с технологией изготовления квадрокоптера из бросового материала,
2. со схемами изготовления квадрокоптера,
3. с историей возникновения квадрокоптера
4. с правилами ТБ, со схемами изготовления.

Учащиеся научатся:

1. подбирать корпус, соответствующие цепи, подбирать цвета для изделий;
2. читать схемы,
3. самостоятельно собирать поделки по схемам, выбирать изделия, которые сами дети будут выполнять.
4. обращаться с колющими и режущими инструментами, kleящими составами,

Учащиеся получат возможность приобрести:

1. первоначальные представления о влиянии научного творчества на развития эстетического вкуса, воображения;
2. навыки исполнения поделок из бумаги, картона, пластмассы!

Раздел №2 «Комплекс организационно-педагогических условий»

2.1. Календарный учебный график (Приложение 1).

В каникулярный период занятия могут проводиться по измененному расписанию.

2.2. Условия реализации программы

Для успешной реализации программы необходимо соблюдать следующие условия:

- использование наглядности, технических средств и тренировочного оборудования при организации мероприятий по формированию навыков конструирования, моделирования и программирования;
- соблюдение санитарно-гигиенических норм и правил безопасности труда при работе с робототехническими средствами в соответствии с планом проведения занятий;
- соблюдение санитарно-гигиенических норм и правил здоровьесбережения при организации работы с детьми в соответствии с планом воспитательной работы;

Санитарно-гигиенические требования

Проведение занятий в кабинете, соответствующем требованиям техники безопасности, пожарной безопасности, санитарным нормам: хорошее освещение, периодическое проветривание, допустимая температура воздуха, и т.д.

Материально-техническое обеспечение:

1. Компьютерный класс, подключенный к сети Интернет.
2. Квадрокоптеры Готовый FPV набор BETAFPV Cetus.
3. Дрон DJI Phantom 3 Pro.
4. Дрон «Пионер».
5. Виртуальные очки Oculus Quest 2.

Информационное обеспечение:

1. Учебно-методическое пособие по курсу.
2. Симулятор полетов DJI – Программное обеспечение для ПК.
3. Симулятор полётов на дроне Quadcopter FX для системы Андроид.
4. Мобильное приложение Tello.
5. Программное обеспечение дронов «Пинер-геоскан».

2.3. Формы аттестации

Образовательная деятельность в системе дополнительного образования предполагает развитие личностных качеств, поэтому в системе диагностики учитываются три группы показателей:

1. учебные, фиксирующие предметные результаты, достигнутые в процессе освоения образовательной программы (мониторинг уровня обученности);
2. личностные, выражающие изменения личностных качеств ребенка под влиянием занятий в объединении.
3. метапредметные результаты, раскрывающие формирование коммуникативных, регулятивных и познавательных УУД.

Мониторинг предметных результатов проводится 3 раза в год и позволяет выявить уровень формирования предметных УУД в результате освоения образовательной программы. Мониторинг результатов обучения включает в себя 2 основных блока оцениваемых параметров: теоретическую подготовку, практическую подготовку. По каждому параметру выставляются баллы (по 10-балльной шкале), затем подсчитывается сумма баллов и среднеарифметическое значение по каждому учащемуся и определяется индивидуальный уровень освоения образовательной программы.

Мониторинг личностных и метапредметных результатов освоения программы также проводится в 3 этапа: начало учебного года, за 1 полугодие, в конце учебного года. Мониторинг включает в себя: исследование уровня развития креативных способностей.

Способы проверки результатов

1. индивидуальная устная/письменная проверка;
2. фронтальный опрос, беседа;
3. контрольные упражнения и тестовые задания;
4. защита индивидуального или группового проекта;
5. выставка;
6. межгрупповые соревнования;
7. проведение промежуточного и итогового тестирования;

Итоговая оценка развития личностных качеств воспитанника производится по трём уровням:

1. «высокий»: положительные изменения личностного качества воспитанника в течение учебного года признаются как максимально возможные для него;
2. «средний»: изменения произошли, но воспитанник потенциально был способен к большему;
3. «низкий»: изменения не замечены.

Способы проверки уровня достижений учащихся: Предметом диагностики и контроля теоретической части программы являются тестовые задания, практической – демонстрация и программирование робота, участие в выставках и соревнованиях.

2.4. Оценочные материалы

Входная диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
<i>Критерий 1: Теоретические знания</i>		
Полное отсутствие представлений о данном направлении	Имеются представления о данном направлении	Знание технологии изготовления квадрокоптера
<i>Критерий 2: Владение специальной терминологией</i>		
Незнание терминологии изучаемого курса	Незначительные пробелы в знание терминологии курса	Знание терминологии курса
<i>Критерий 3: Творческие навыки</i>		
Отсутствия творчества в	Небольшие проявления творчества	Умеренное проявление

работе	в освоении учебного материала	творчества в освоении учебного материала
Критерий 4: Самостоятельность		
Неумение работать самостоятельно	Эпизодические применения самостоятельности работы	Периодическое применения самостоятельности в работе
Текущая диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
Критерий 1: Теоретические знания		
Отсутствие знаний (слабые знания) технологии изготовления изделий, незнание правил обращения со специальными инструментами	Незначительные пробелы в знании технологии изготовления изделий	Прочное знание технологии изготовления изделия
Критерий 2: Владение специальной терминологией		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Знание терминологии курса
Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой		
Слабое умение пользоваться специальными инструментами, слабые навыки работы с инструкционно-технологическими картами, слабые навыки выполнения изделий	Умение правильно пользоваться большей частью специальных инструментов, умение выполнять изделия при небольшой поддержке педагога	Уверенная работа с инструкционно-технологической картой; целесообразное использование инструментов, аккуратность, экономичность в расходовании материалов, прочные умения и навыки работы
Критерий 4: Творческие навыки		
Отсутствие творчества в работе	Сочетание репродуктивных и творческих навыков	Выдвижение новых идей, стремление их воплотить в своей работе
Критерий 5: Самостоятельность		
Неумение работать самостоятельно	Сочетание навыков самостоятельной работы под руководством и контролем педагога	Стремление как можно чаще проявлять самостоятельность в работе
Итоговая диагностика		
<i>Низкий уровень</i>	<i>Средний уровень</i>	<i>Высокий уровень</i>
Критерий 1: Владение специальной терминологией		
Слабое знание терминологии курса	Незначительные пробелы в знании терминологии курса	Отсутствие пробелов в знании терминологии курса
Критерий 3: Практические умения и навыки, предусмотренные программой		
Критерий 5: Самостоятельность		

Слабые навыки самостоятельной работы	Умеренное проявление самостоятельности в работе	Высокоразвитое умение самостоятельно, без помощи педагога, выполнять задания
--------------------------------------	---	--

2.5. Методические материалы

На занятиях используются следующие формы и методы реализации программы.

Различные формы учебной работы (вид занятия) существенно повышают эффективность занятий и интерес обучающихся к ним. Программа предусматривает использование фронтальной, индивидуальной, групповой форм учебной работы учащихся. Фронтальная форма предполагает подачу учебного материала всему коллективу учащихся. Индивидуальная форма предполагает самостоятельную работу учащегося. При этом педагог оказывает учащемуся такую помощь, которая не подавляет его активности и способствует выработке навыков самостоятельной работы. В ходе групповой работы учащимся предоставляется возможность самостоятельно построить свою работу на основе принципа деятельностного подхода. Групповые занятия позволяют выполнять сложные трудоемкие работы с наименьшими затратами материала и времени. При этом каждый обучающийся отрабатывает приемы на отдельном фрагменте, который является частью целого изделия.

Если говорить о формах учебных занятий, то основная масса учебного времени отводится на лекционно-практические занятия, где оптимально сочетаются теория и практические упражнения.

Помимо лекций и практических занятий программа предусматривает выставки, конкурсы профессионального мастерства, тестирование.

В программе предусмотрены контрольные часы после изучения каждого блока. На этих занятиях педагог проводит тесты, анкетирование, викторины, выставки с целью выявления качеств знаний, умений, навыков обучающихся.

Что касается методов работы, то программа предполагает сочетания репродуктивной и творческой деятельности. Во время знакомства с новым материалом деятельность носит репродуктивный характер, так как учащиеся воспроизводят знания и способы действий.

Занятия по программе проводятся на основе общих педагогических принципов:

1) Принцип доступности и последовательности предполагает построение учебного процесса от простого к сложному.

2) Учет возрастных особенностей – содержание и методика работы должны быть ориентированы на детей конкретного возраста.

3) Принцип наглядности предполагает широкое использование наглядных и дидактических пособий, технических средств обучения, делающих учебно-воспитательный процесс более эффективным.

4) Принцип связи теории с практикой – органичное сочетание в работе с детьми необходимых теоретических знаний и практических умений и навыков.

5) Принцип результативности – в программе должно быть указано, что узнает и чему научится каждый ребенок.

6) Принцип актуальности предполагает максимальную приближенность содержания программы к реальным условиям жизни и деятельность детей.

7) Принцип деятельностного подхода – любые знания приобретаются ребенком во время активной деятельности.

8) Принцип культурообразности основывается на ценностях региональной, национальной и мировой культуры, технологически реализуется по средствам культурно-средового подхода к организации деятельности в детском объединении.

9) Принцип гармонии простоты и красоты лежит в основе любого вида деятельности, одновременно является критерием творческой деятельности и результатом в процессе саморазвития творческих способностей.

Занятия строятся таким образом, чтобы учащиеся сознательно и активно овладевали ЗУНами, чтобы у них развивалась творческая активность и самостоятельность. Только с учетом этих принципов могут быть достигнуты высокие результаты в овладении обучающимися знаниями и практическими навыками.

Педагогические технологии, используемые по программе «Беспилотные летательные аппараты»

Технология дифференцируемого обучения способствует созданию оптимальных условий для развития интересов и способностей учащихся. Механизмом реализации являются методы индивидуального обучения.

Технология личностно-ориентированного обучения – это организация воспитательного процесса на основе глубокого уважения к личности ребёнка, учёте особенностей его индивидуального развития, отношения к нему как к сознательному, полноправному и ответственному участнику образовательного процесса. Это формирование целостной, свободной, раскрепощённой личности, осознающей своё достоинство и уважающей достоинство и свободу других людей.

Технология проблемного обучения ставит своей целью развитие познавательной активности и творческой самостоятельности учащихся. Механизмом реализации является поисковые методы, приема постановки познавательных задач, поставив перед учащимися задачу, которую они выполняют, используя имеющиеся у них знания и умения.

Технология развивающего обучения, при котором главной целью является создание условий для развития психологических особенностей: способностей, интересов, личностных качеств и отношении между людьми, при котором учитываются и используются закономерности развития, уровень и способности индивидуума. Под развивающим обучением понимается новый, активно-деятельный способ обучения, идущий на смену объяснительно-иллюстративному способу.

Технологии сотрудничества реализуют равенство, партнерство в отношениях педагога и ребенка. Педагог и учащиеся совместно вырабатывают цели, содержание, дают оценки, находясь в состоянии сотрудничества, созворчества.

Здоровьесберегающие технологии – создание комплексной стратегии улучшения здоровья учащихся, разработка системы мер по сохранению здоровья детей во время обучения и выработка знаний и навыков, которыми должен овладеть учащийся.

Информационные технологии, использующие специальные технические информационные средства: компьютер, аудио-, видео-, теле- средства обучения.

Использование перечисленных технологий характеризует целостный образовательный процесс и является формой организации учебной и творческой деятельности, где каждый ребенок не только обеспечивается полной свободой творческой инициативы, но и нуждается в продуманной стратегии, отборе средств выражения, планировании деятельности.

Способы оценивания уровня достижений учащихся

Педагогический мониторинг

1. Метод предварительного контроля (анкетирование, диагностика, наблюдение, опрос).
2. Метод текущего контроля (наблюдение, ведение таблицы результатов);
3. Метод тематического контроля (тесты, опросы);
4. Метод итогового контроля (соревнования).

А так же формами подведения итогов по данной программе является участие обучающихся в соревнованиях и ученических научно-технических конференциях.

Дополнительная общеобразовательная программа состоит из различных разделов, в каждом из которых будут проходить различные мероприятия, направленные на выявление результатов, т.е. проверки полученных знаний, умений, навыков. Это будут соревнования

между командами детей, интеллектуальные бои, решение кейсов, защита индивидуальных и командных творческих проектов.

Для оценивания результатов освоения образовательной программы используется балльно-рейтинговая система. Все диагностические задания оцениваются по заданной шкале баллов. Баллы накапливаются по мере выполнения заданий (текущих и контрольных). Для подведения итогов за год используется рейтинговая таблица, в которой учитываются не только результаты по контрольным и текущим заданиям, но и их личностное развитие.

Для фиксации результатов освоения учащимися дополнительной общеобразовательной программы разработана интерактивная технология подсчета баллов: заработанные баллы учащиеся обменивают на «скилсы», то есть «умения». Под каждый предметный модуль- погружение разработан соответствующий скайлс-поощрение.

По количеству набранных скайлсов можно выделить лучших конструкторов, лучших программистов и лучших пилотов. На основании данного отбора формируются команда, которая состоит из 3-х специалистов: конструктор, программист и пилот. В командах учащиеся обучаются проектной деятельности, работая над воплощением идеи собственного проекта, который потом защищают на итоговой конференции в учреждении. Скилсы можно зарабатывать в течение первого этапа реализации программы. Таким образом с помощью скайлсов происходит профессиональное самоопределение учащихся.

Система начисления баллов год обучения

Полугодие	Вид контроля	Оценка
1-е	Промежуточный контроль. Практика. Итоговый тест «Основы конструирования, программирования и пилотирования»	В тесте 20 вопросов. 1 вопрос – 1 балл 20 из 20 – 25 баллов
Итого за 1-ое полугодие		5 баллов
2-е	Итоговый контроль. Практика. Защита индивидуальных проектов.	Максимальное количество баллов – 75 Критерии оценки 1. баллов 2. баллов 3. баллов 4. баллов 5. баллов 6. баллов 7. баллов
Итого за 2-ое полугодие		75 баллов
Итого баллов за 1-ый год		100 баллов

2.6. Список литературы

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. Программируем 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_ajerodtnamiki_Riga.pdf
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости.
6. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>
7. Мартынов А.К. Экспериментальная аэrodинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337

Литература для учащихся

1. Горский В. А. «Техническое конструирование» / В.А. Горский. - М.: Дрофа, 2010 г.;
2. Злобин В. Л., Зусман А.В. «Месяц под звёздами фантазии» / В.Л. Злобин, А.В. Зусман. – Кишинев, 2006 г.;
3. Колотилов В., Савинкин В., Иванов Ю., Трефилов Ф., Рузаков, «Техническое моделирование и конструирование» / В. Колотилов, В. Савинкин, Ю. Иванов, Ф. Трефилов, В. Рузаков. - М.: Просвещение, 1983 г.

Интернет- ресурсы

Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>
<http://alexgyver.ru/quadcopters/>

Календарный учебный график

№	месяц	число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
<i>Теория мультиrotorных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.</i>								
1				Беседа-лекция с мультимедийной презентацией. Входная диагностика.	1т	Вводная лекция о содержании курса.		Беседа, Тестирование.
2				Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Принципы управления и строение мультикоптеров.		Практикум
3				Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1т	Основы техники безопасности полётов		Практикум
4				Беседа-лекция. Практическое задание	1т	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.		
5				Практическое задание	1п	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)		Практическая работа с зарядными устройствами.
6				Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Полёты на симуляторе.		Полёты на симуляторе.
<i>Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.</i>								
7				Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки		Практическая работа
8				Беседа-лекция. Практическое задание	2п	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.		Учебные полёты
9				Беседа-лекция. Практическое	1т+1п	Бесколлекторные двигатели и		Сборка и настройка

			задание		регуляторы их хода. Платы разводки питания.		квадрокоптера
10			Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления		Практикум
11			Беседа-лекция.	1т	Инструктаж по технике безопасности полетов.		
12			Беседа-лекция	1т	Программирование коптера Tello в Python		Работа с ПК
13			Практическое задание	2п	Программирование коптера Tello в Python		Практикум
14			Практическое задание	2п	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,		Учебные полёты
15			Практическое задание	2п	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.		Учебные полёты
16			Практическое задание	2п	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».		Учебные полёты

Настройка, установка FPV – оборудования.

17			Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.		Практикум
18			Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.		Практикум
19			Практическое задание	2п	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.		Практикум

Пилотирование и аэрофото- и видеосъёмка.

20			Практическое задание	1т+2п	Пилотирование		Практикум
21			Практическое задание	1т+1п	Аэрофотосъёмка местности		Практикум

22				Практическое задание	1т+2п	Видеосъемка местности		Практикум
23				Практическое задание	1т+1п	Итоговые соревнования по стандартам WorldSkills Junior		Практикум
24				Беседа-лекция с мультимедийной презентацией. Входная диагностика.	1т	Инструктаж по технике безопасности. Правила выбора проекта. Введение в беспилотную авиацию, в дроностроение.		Беседа, Тестирование.
25				Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Описание квадрокоптеров, их применение. Знакомство с симулятором полетов на квадрокоптере.		Практикум
26				Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1т	Защита проекта.		Практикум
27				Беседа-лекция.	1т	Проектирование рамы квадрокоптера		
28				Практическое задание	1п	Начало работы над сборкой квадрокоптера, сборка рамы квадрокоптера согласно инструкции, пайка деталей.		Практическая работа.
29				Беседа-лекция. Практическое задание	1т+1п	Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).		Практикум

Обучение управлению беспилотным летательным аппаратом. Сборка рамы модели.

30				Беседа-лекция.	1т	Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования.		Теория
31				Беседа-лекция.	1т	Платы разводки питания: общее устройство, характеристики.		Лекция
32				Практическое задание	1п	Пайка двигателей и регуляторов, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.		Практикум
33				Практическое задание	1п	Работа с простым инструментом (отвертка, пассатижи).		Практикум

Сборка силовой части.

34				Беседа-лекция.	1т	Знакомство с бесколлекторными двигателями, их отличиями от коллекторных двигателей, преимущества.		Работа с ПК
35				Беседа-лекция	1т	Знакомство со схемой сборки электронных компонентов квадрокоптера.		
36				Беседа-лекция	1т	Электронные регуляторы оборотов.		
37				Практическое задание	2п+2т	Продолжение работы над сборкой квадрокоптера.		Практикум
38				Практическое задание	2п+2т	Пайка и сборка радиотехнической схемы.		Практикум
39				Практическое задание	2п	Установка двигателей, полетного контроллера, платы разводки питания, электронных регуляторов оборотов.		Практикум

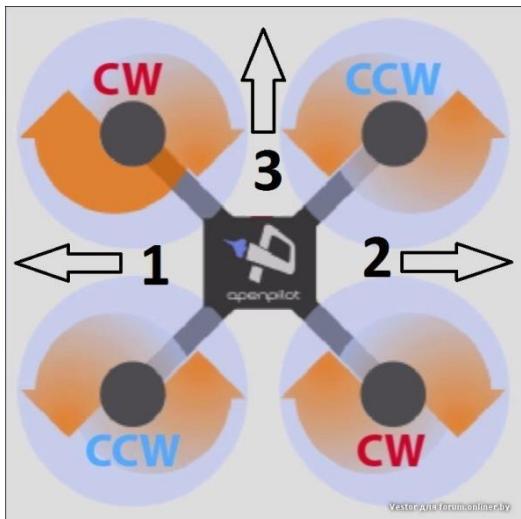
Приложение 2

Итоговый тест

«Основы конструирования, программирования и пилотирования

1. Что такое Квадрокоптер?

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



5. 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) _____

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

- 1) 1 2) 2 3) 3

7. Что такое электронный регулятор оборотов?

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

4. Kv-rating показывает:

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

4. 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

4. 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

4. Чем лучше использование бесколлекторного двигателя?

1. лучшее соотношение масса/мощность, лучшее КПД
2. легче 3) компактнее
- 4) меньше греются 5) практически не создают помех

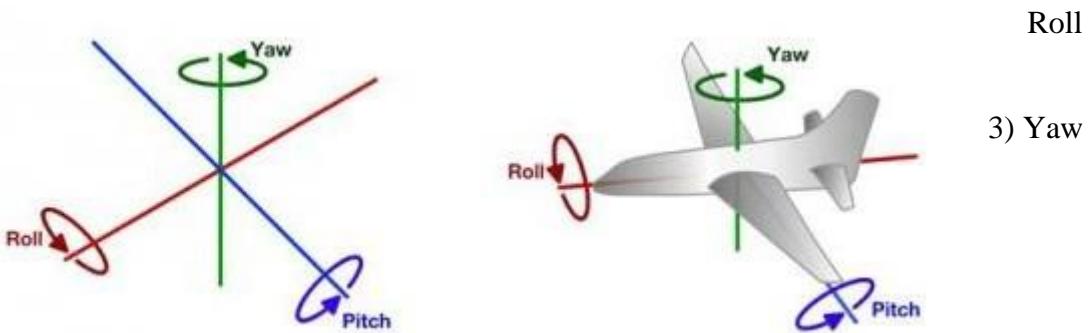
3. Параметр указывающий, на сколько поднялся бы пропеллер за один оборот вокруг своей оси с данным наклоном лопасти, если бы он двигался в плотном веществе, называется:

- 1) Scrutch 2) Pitch 3) Patch

4. 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

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



**Посмотри на
рисунок и укажи,**

каким словом отмечен крен:

- 1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

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

- 1) Roll 2) Pitch 3) Yaw

6. Как расшифровывается аббревиатура FPV?

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

7. Полётный контроллер – это:

- 1) электронное устройство, управляющее положением камеры для записи видео

1. электронное устройство, управляющее полётом летательного аппарата.

2. электронное устройство для связи через спутник

8. Что такое процедуры ARM и DISARM? Как они выполняются? ARM –

это _____

DISARM - это _____

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

1) _____

2) _____

3) _____

4) _____

5) _____

10. 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

11. 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

12. 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

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

1 Анкета для
обучающегося 2 Лист
достижений

1. Портфолио обучающегося.
2. Диагностика.
3. Тест Филлипса (школьной тревожности).
4. Тест «Исследование школьной мотивации»

Анкета по выявлению склонностей и интересов учащихся по ДООП «БПЛА»
ФИ обучающегося _____

1. Я предпочитаю заниматься техникой (да или нет).
2. Мне нравиться делать что-нибудь своими руками (да или нет).
3. Мне больше нравится придумывать новые способы в выполнении 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	I	
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 диалог учителем;		
16	вступает в беседу и обсуждение на занятии и в жизни.		
Итого			

14-16 положительных ответов – высокий уровень формирования метапредметных результатов,

11-12 положительных ответов – средний уровень формирования,

7- 8 положительных ответов – низкий уровень формирования.