

Управление образования Ирбитского муниципального образования

МОУ ДО «Центр внешкольной работы»

Принята на заседании
педагогического совета
от 28.08.2026 г.
Протокол № 5



УТВЕРЖДЕНА:
Директор МОУ ДО «ЦВР»
Н.А. Шевелева
Приказ № 76 - ОД
от 28.08.2026 г.

Подписано цифровой подписью: Шевелева
Наталья Александровна
DN: E=us_fk@roskazna.ru, S=77 Москва, ИНН
ЮЛ=7710568760, ОГРН=1047797019830, STREET="Большой
Златоустинский переулок, д. 6, строение 1", L=г. Москва,
C=RU, O=Федеральное казначейство, CN=Федеральное
казначейство
Причина: Я являюсь автором этого документа
Дата: 10 Сентябрь 2026 г. 12:53:43

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа технической направленности
«Основы беспилотных летательных аппаратов: Геоскан Пионер Мини»
возраст обучающихся 9-11 лет

составитель: Гурьева Олеся Владимировна,
педагог дополнительного образования

п. Зайково

2026

Оглавление

Раздел 1. «Комплекс основных характеристик программы»	2
1.1. Пояснительная записка.....	2
1.2. Цель и задачи программы	4
1.3. Планируемые результаты	4
Раздел 2. «Комплекс организационно-педагогических условий»	5
2.1. Учебный план 1 год обучения.	5
2.2. Календарный учебный график.....	8
2.3. Рабочие программы.	8
2.4. Методические материалы.....	8
Раздел 3. Комплекс форм аттестации.....	10
3.1. Промежуточная аттестация.....	10
3.2. Критерии оценки промежуточной аттестации.	11
3.2. Оценочные материалы.....	11
Раздел 4. Список литературы	14
Основная учебно-методическая литература	14
Дополнительная техническая литература и справочники	14
Электронные ресурсы и программное обеспечение.....	14
Приложение №1. Рабочая программа	15

Раздел 1. «Комплекс основных характеристик программы»

1.1. Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Основы беспилотных летательных аппаратов: Геоскан Пионер Мини» разработана с учетом требований, следующих нормативно - правовых документов:

Нормативно-правовой базой для составления программы послужили следующие документы:

– Федеральный закон от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

– Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.05.2015г № 996-р);

– Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022. № 678-р);

– Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020г №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

– Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022г № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительных общеобразовательным программам»;

– Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019г № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;

– Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015г № 09-3242 «О направлении информации (вместе с Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеобразовательных программ (включая разноуровневые программы))»;

– Приказ Министерства общего и профессионального образования Свердловской области от 30.10.2018г № 162-Д «Об утверждении Концепции развития образования на территории Свердловской области на период до 2035 года».

Направленность программы – дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Основы беспилотных летательных аппаратов: Геоскан Пионер Мини» относится к программам технической направленности.

Актуальность общеразвивающей программы: В настоящий момент в России развиваются нанотехнологии, механика, электроника и программирование. Успехи страны в XXI веке будут определять не природные ресурсы, а уровень интеллектуального потенциала, который определяется уровнем самых передовых на сегодняшний день технологий. Оператор беспилотного летательного аппарата сегодня — это опытный авиатор, который отвечает за наземное управление, составляет план полета, принимает данные с дрона и занимается их обработкой. Обучение полетам на квадрокоптере это вклад в будущее. В настоящее время наблюдается повышенный интерес 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 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 в дальнейшем вида деятельности в техническом творчестве или профессии: инженер-конструктор, инженер-технолог, проектировщик, программист БПЛА, оператор БПЛА.

Отличительные особенности программы.

Отличительной особенностью данной программы в том, что в ходе реализации, обучающиеся получают не только технические знания, но и основы профессии, востребованной в современных социально-экономических условиях. Профессия «Оператор БПЛА», входит в утвержденный перечень, 50 наиболее перспективных профессий РФ (Приказ Минтруда РФ №744 от 26.10.2020).

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 в любых погодных условиях, сборке и починке БПЛА.

Адресат программы. Образовательные темы программы рассчитаны на детей обучающиеся в возрасте 11-13 лет.

Срок реализации программы рассчитан на 1 год (36 часов).

Занятия проводятся 1 раз в неделю, с нагрузкой 2 часа. Продолжительность одного занятия 40 минут. Перерыв между занятиями 10 минут.

Форма обучения: очная.

Наполняемость одной группы составляет от 10 до 15 человек.

Формы проведения занятий.

1. Основная форма обучения

- **Очная.** Программа предполагает непосредственное взаимодействие педагога с обучающимися в специально оборудованном учебном кабинете или лаборатории.

2. Формы проведения занятий (организации учебной деятельности) Учитывая возраст обучающихся (11–13 лет), техническую направленность и специфику работы с БПЛА, занятия будут строиться на сочетании следующих форм:

- **Групповая:** основная организационная форма. Наполняемость группы составляет от 10 до 15 человек. Она позволяет организовать командную сборку сложных узлов, совместное обсуждение планов полетов и взаимное обучение при поиске ошибок в программном коде.

- **Фронтальная:** применяется педагогом при объяснении нового материала (например, основы аэродинамики квадрокоптера, техника безопасности, разбор полетного задания), демонстрации правильной сборки или настройки программного обеспечения перед началом практической части.

- **Индивидуальная:** используется во время практических модулей — непосредственной сборки дрона, пайки электронных компонентов, калибровки датчиков, а также при отработке навыков пилотирования на симуляторе или реальном полигоне, где каждому ребенку требуется персональный аппарат и рабочее место.

- **Работа в малых группах (парах):** эффективная форма для решения проектных задач. Обучающиеся могут объединяться для совместного программирования автономных миссий, поиска неисправностей в собранном дроне или подготовки к техническим соревнованиям.

3. Формы организации учебного содержания В рамках годового курса (36 часов) целесообразно применять комплексный подход, сочетая разные типы учебных блоков:

- **Теоретические модули:** лекции-беседы, мультимедийные презентации, работа с конструкторской документацией и чертежами агрегатов.

- **Практические модули:** лабораторно-практические работы (сборка, настройка, мелкий ремонт), учебные полеты на закрытых полигонах, тренажерная подготовка.

- **Проектная деятельность:** разработка индивидуальных или групповых технических проектов (например, модификация конструкции «Геоскан Пионер Мини» под конкретную полезную нагрузку).

- **Игровые формы:** проведение соревнований по дрон-рейсингу, выполнение миссий на точность полета и маневрирование, инженерные квесты.

4. Формы контроля и оценки результатов Поскольку программа является общеразвивающей, контроль направлен не столько на оценку знаний, сколько на фиксацию прогресса ребенка:

- *Текущий:* наблюдение за работой на каждом занятии, проверка правильности соединений после этапа сборки.

- *Промежуточный:* мини-зачеты по сборке отдельных узлов, тесты на знание терминологии, пробные полеты по заданному маршруту.

- *Итоговый:* защита технического проекта, итоговое тестирование, квалификационный экзамен по пилотированию (взлет, посадка, пролет через препятствия).

1.2. Цель и задачи программы

Цель программы: формирование у учащихся базовых инженерных компетенций и навыков безопасного управления беспилотными летательными аппаратами на базе конструктора «Пионер Мини».

Задачи:

- *Обучающие:* изучить устройство квадрокоптера, основы аэродинамики, правила техники безопасности; освоить среду визуального программирования Pioneer Code/Python Edu.

- *Развивающие:* развить мелкую моторику, глазомер, навыки командной работы и технического творчества.

- *Воспитательные:* воспитать культуру безопасного обращения с техникой, ответственность за результат и умение анализировать ошибки.

1.3. Планируемые результаты

В соответствии с поставленной целью и задачами, по итогам прохождения годового курса (36 часов) обучающиеся достигают следующих результатов.

1. Личностные результаты

- Сформированность культуры безопасного обращения со сложными техническими устройствами, электроинструментом и литий-полимерными аккумуляторами.

- Развитие ответственности за результат индивидуальной и командной работы, бережного отношения к оборудованию образовательной организации.

- Формирование мотивации к осознанному выбору инженерно-технических профессий в будущем.

- Воспитание волевых качеств: настойчивости при поиске неисправностей, стрессоустойчивости при неудачах во время пилотирования и умения анализировать свои ошибки.

- Развитие познавательного интереса к передовым технологиям России — нанотехнике, механике, электронике и программированию.

2. Метапредметные результаты

- **Познавательные:** умение работать с различными источниками технической информации (сборочные чертежи, электрические схемы, инструкции производителя), способность переводить визуальную информацию в практическое действие; навыки поиска причинно-следственных связей при диагностике поломок БПЛА.

- **Регулятивные:** умение самостоятельно планировать этапы сборки дрона, составлять план полета и алгоритм выполнения миссии; способность оценивать правильность

выполнения промежуточных операций и вносить необходимые коррективы в настройки полетного контроллера.

- **Коммуникативные:** навыки эффективного взаимодействия в малой группе (паре) при решении сложных инженерных задач, умение четко формулировать технические запросы при поиске неисправности, владение профессиональной терминологией для обсуждения аэродинамики и электроники.

3. Предметные результаты Обучающийся будет:

Знать:

- основные узлы и агрегаты квадрокоптера «Геоскан Пионер Мини» (рама, моторы, регуляторы скорости ESC, полетный контроллер, пропеллеры, аккумулятор);
- базовые принципы аэродинамики мультироторных систем (подъемная сила, тяга, влияние шага пропеллеров);
- правила техники безопасности при сборке, пайке, зарядке аккумуляторов и эксплуатации БПЛА;
- профессиональную терминологию оператора беспилотных авиационных систем (БАС);
- основы навигации и ограничения воздушного пространства для полетов малых БПЛА.

Уметь:

- производить полную сборку квадрокоптера из набора-конструктора согласно электрической схеме;
- выполнять базовую настройку и калибровку датчиков полетного контроллера через графический интерфейс;
- осуществлять мелкий ремонт аппарата: перепайка контактов, замена моторов, пропеллеров и регуляторов скорости;
- составлять план полета, рассчитывать примерное энергопотребление батареи под заданную полезную нагрузку;
- уверенно управлять БПЛА в режиме FPV (First Person View) или визуально на открытом пространстве: совершать взлет, плавное маневрирование, удержание высоты и точную посадку;
- писать простые алгоритмы автономных миссий в среде Pioneer Code / Python Edu (взлет, пролет по точкам, посадка).

Владеть (иметь опыт деятельности):

- навыками пилотирования БПЛА в симуляторе и на реальном полигоне в пределах прямой видимости (VLOS);
- навыками чтения элементарных сборочных чертежей и принципиальных электрических схем;
- первичными навыками диагностики технических неисправностей («не крутится мотор», «дрон тянет в сторону», «потеря связи») и их устранения;
- опытом планирования, реализации и публичной защиты мини-проекта по модификации конструкции дрона (например, установка дополнительного датчика или системы сброса груза).

Раздел 2. «Комплекс организационно-педагогических условий»

2.1. Учебный план 1 год обучения.

№	Название раздела	Всего	Теория	Практика	Формы контроля
Раздел 1. Вводный модуль. Инженерная культура и ТБ (8 часов)					
1.1	Введение в БАС. Роль беспилотников в экономике РФ. Техника безопасности.	2	1	1	Беседа, опрос

№	Название раздела	Всего	Теория	Практика	Формы контроля
1.2	Электробезопасность и работа с Li-Po аккумуляторами. Первая помощь при ожогах.	2	1	1	Мини-тест
1.3	Кто такой оператор БПЛА? История дронов от воздушных змеев до современных квадрокоптеров. Обзор конструктора «Геоскан Пионер Мини».	4	2	2	Фронтальная лекция-беседа с элементами викторины.
Раздел 2. Аэродинамика, схемотехника и сборка (16 часов)					
2.1	Знакомство с оборудованием. Брифинг по курсу.	2	1	1	Опрос, беседа
2.2	Физика полета мультикоптера. Моменты инерции, центр тяжести, влияние парусности корпуса.	2	1	1	Индивидуальная практическая работа.
2.3-2.4	Практикум. Полная механическая сборка рамы «Пионер Мини».	4	0,5	3,5	Работа в парах (взаимная проверка)
2.5-2.6	Монтаж электроники. Установка полетного контроллера, приемника, FPV-системы. Настройка видеопередатчика.	4	0,5	3,5	Текущий контроль: чек-лист
2.7	Первая инспекция: итоговая проверка сборки всей группой. Поиск ошибок друг у друга.	2	0,5	1,5	Групповая форма, игровой формат контроля.
Раздел 3. Программирование автономного полета (18 часов)					
3.1	Безопасная подача питания. Первое подключение к компьютеру. Интерфейс настройки (графический конфигуратор)	2	1	1	Фронтальная демонстрация, индивидуальная работа за ПК. Промежуточный мини-зачет: успешная калибровка горизонта.
3.2	Настройка моторов и реверсов. Проверка направления вращения через интерфейс (без пропеллеров!).	2	0,5	1,5	Индивидуальная лабораторно-практическая работа.
3.3	Работа с оптическим датчиком потока (Flow) и дальномером. Удержание позиции внутри помещения.	2	0,5	1,5	Индивидуальная лабораторно-практическая работа.
3.4-3.5	Среда Pioneer Code: из	4	2	2	Тест, опрос.

№	Название раздела	Всего	Теория	Практика	Формы контроля
	кубиков в полет. Понятие алгоритма.				
3.6	Использование переменной цикла. Отладка кода.	4	2	2	Тест.
3.7	Отработка навыков пилотирования в компьютерном симуляторе. Базовые фигуры и ориентация (носом к себе).	4	0,5	3,5	Работа в малых группах (пара программистов + штурман).
Раздел 4. Практическое применение и эксплуатация (16 часов)					
4.1-4.2	Тренировочная база: полеты в симуляторе. Разминка пальцев. Отработка моторики стиков: висение в точке, плавные перемещения вперед-назад, влево-вправо.	6	2	4	Индивидуальная тренажерная подготовка. Рейтинг пилотов недели.
4.3	Первый реальный вылет! Взлет и посадка строго в очерченный круг.	4	0	4	Индивидуальная отработка навыков.
4.4	Удержание позиции и высоты. Борьба с ветром (если полет на улице) или сквозняком. Посадка на движущуюся платформу.	6	1	5	Индивидуально-групповая форма. Эстафета «Точный швартовщик»
Раздел 5. Проектировщики-изобретатели: Расширяем возможности					
5.1	Диагностика неисправностей: «дрон тянет в сторону», «греется мотор», «помехи в видео».	2	1	1	Работа в малых группах в интерактивной игре с ошибками.
5.2-5.4	Групповая разработка технического проекта. Распределение ролей (конструктор, программист, пилот).	6	1	5	Самостоятельная работа
5.5-5.6	Реализация проекта. Модификация дронов под задачу, написание финального кода миссии, наземные испытания.	4	0,5	3,5	Беседа
5.7	Предзащита проектов. Оформление технической документации (паспорт изделия, инструкция по эксплуатации).	4	2	2	Беседа, опрос
5.8	Итоговая демонстрация	4	0,5	3,5	Индивидуальная

№	Название раздела	Всего	Теория	Практика	Формы контроля
	работы устройства.				защита
Итого		76	22	54	

2.2. Календарный учебный график.

Начало учебного года – 1 сентября

Окончание учебного года – 31 мая.

Продолжительность учебного года: 34 недели.

Праздничные и выходные дни:

- 4 ноября – День народного единства;
- 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 8 января - Новогодние каникулы
- 7 января - Рождество Христово
- 23 февраля - День защитника Отечества
- 8 марта - Международный женский день
- 1 мая - Праздник Весны и Труда
- 9 мая - День Победы
- 12 июня - День России

Продолжительность учебной недели – 5 дней.

Продолжительность занятий – 45 минут.

Перерывы между занятиями – не менее 10 минут.

Сроки проведения промежуточной аттестации: с 15 по 30 мая.

2.3. Рабочие программы.

Рабочая программа обеспечивает достижение планируемых результатов дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы технической направленности «Основы беспилотных летательных аппаратов: Геоскан Пионер Мини».

Рабочая программа учебного курса содержит:

- 1) тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы.
- 2) содержание учебного курса.

Полное изложение рабочих программ учебных курсов, предусмотренных при изучении дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы приведено в Приложении №1.

2.4. Методические материалы.

Программа реализуется с учетом возрастных особенностей обучающихся (9–11 лет) на основе интеграции системно-деятельностного, личностно-ориентированного и проектного подходов.

Основные формы организации учебной деятельности:

- **Фронтальная:** используется при объяснении основ аэродинамики, разборе полетных заданий и инструктаже по технике безопасности перед началом работы с инструментами.
- **Групповая:** применяется как основная форма для совместной сборки сложных узлов БПЛА, поиска ошибок в программном коде методом взаимной проверки и разработки командных технических проектов.
- **Индивидуальная:** задействована во время практической пайки электронных компонентов, калибровки датчиков конкретного аппарата, а также при отработке навыков пилотирования на симуляторе или полигоне.

- **Работа в парах:** эффективна при решении инженерных кейсов («найди неисправность»), сборке рамы (один подает детали, второй фиксирует) и написании алгоритмов автономных миссий.

Методы обучения:

- **Наглядно-демонстрационные:** мультимедийные презентации, работа с конструкторской документацией «Геоскан Пионер Мини», наблюдение за полетом демонстрационного образца педагога, изучение плакатов со схемами подключения ESC и полетного контроллера.

- **Словесные:** эвристическая беседа, инструктаж, комментирование действий при выполнении опасных операций (пайка, подключение АКБ).

- **Практические:** лабораторно-практические работы (сборка дрона из набора), тренажерная подготовка на FPV-симуляторе, учебные полеты на закрытом полигоне, мелкий ремонт аппаратов.

- **Игровые:** инженерные квесты («Собери дрон вслепую» — на ощупь найти деталь по названию), соревнования по дрон-рейсингу, выполнение миссий на точность маневрирования.

- **Метод проектов:** используется на заключительном этапе для творческого применения навыков. Обучающиеся разрабатывают собственные модификации конструкции (например, установка системы сброса груза или дополнительного датчика) от эскиза до натурных испытаний.

- **Контрольный метод:** выявление качества усвоения знаний через мини-зачеты по сборке отдельных узлов, тесты на знание терминологии и квалификационные экзамены по пилотированию с последующей коррекцией ошибок.

Познавательная деятельность учащихся строится через:

- Восприятие и анализ готовых примеров (разбор успешных и аварийных полетов).
- Моделирование физических процессов (балансировка пропеллеров, расчет центра тяжести).

- Изучение иллюстраций и чертежей агрегатов.

- Анализ и обобщение материалов при диагностике технических неисправностей.

2. Материально-технические условия реализации программы

Реализация программы осуществляется на базе МОУ ДО «Центр внешкольной работы».

Помещение и инфраструктура:

- Учебный кабинет (лаборатория) площадью не менее 35–40 кв. м, оборудованный приточно-вытяжной вентиляцией, соответствующим требованиям СанПиН к дополнительному образованию детей.

- Доска магнитно-маркерная для визуализации схем полета и разбора ошибок.

- Мультимедийный проектор с экраном (или интерактивная панель диагональю от 65 дюймов) для демонстрации интерфейсов настройки ПО.

- Компьютеры учащегося класса с доступом в интернет для скачивания обновлений прошивок.

- Стабильное электропитание: розетки с заземлением у каждого рабочего места, сетевые фильтры, специализированное место для хранения и зарядки Li-Po аккумуляторов (металлический шкаф или огнеупорный бокс).

Оборудование и техническое оснащение:

- Учебные наборы-конструкторы «Геоскан Пионер Мини» — из расчета 1 комплект на 2 обучающегося + 2 резервных комплекта.

- Аппаратура радиоуправления (пульты) — 1 шт. на каждый учебный коптер.

- Аккумуляторы Li-Po (соответствующие спецификации конструктора) — минимум 3 единицы на один рабочий коптер.

- Зарядные устройства для Li-Po аккумуляторов с функцией балансировки — 4–5 шт.

- Набор монтажного инструмента:

- наборы отверток (включая шестигранные ключи 1.5–2.5 мм);

- держатели типа «третья рука» с лупой — 5–6 шт.

- Демонстрационный стенд квадрокоптера в разобранном виде для фронтального изучения архитектуры.

3. Кадровое обеспечение

Реализовывать программу может педагог дополнительного образования, имеющий среднее специальное или высшее педагогическое образование.

- **Обязательно:** наличие действующего удостоверения о проверке знаний требований охраны труда и прохождение регулярного инструктажа по пожарной безопасности.

Раздел 3. Комплекс форм аттестации

3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится для определения динамики освоения программы и фиксации уровня сформированности инженерных компетенций обучающихся. Аттестация носит комплексный характер и состоит из двух взаимосвязанных модулей: теоретического контроля и практической демонстрации навыков.

Формы проведения:

- **Теоретический модуль:** устный опрос по билетам, компьютерное тестирование или технический диктант с использованием профессиональной терминологии.

- **Практический модуль:** выполнение норматива на учебном полигоне (сборка узла, калибровка датчика) или защита мини-проекта перед экспертной комиссией.

Критерии оценки теоретической подготовки: Оценка выставляется исходя из степени соответствия знаний обучающегося программным требованиям:

- **Полнота и системность:** знание основных узлов БПЛА «Геоскан Пионер Мини», базовых законов аэродинамики мультироторных систем и правил техники безопасности при работе с Li-Po аккумуляторами и электроинструментом.

- **Свобода оперирования информацией:** способность не просто воспроизводить заученный текст, но и объяснять принципы работы дрона своими словами, устанавливать причинно-следственные связи (например, как шаг пропеллера влияет на расход батареи).

- **Владение терминологией:** корректное использование профессионального языка операторов БАС (арминг, полетный контроллер, ESC, VLOS, Failsafe).

- **Регулятивные навыки:** умение осознанно работать по инструкции педагога, следовать технологическому алгоритму сборки, слушать указания и своевременно реагировать на коррекцию действий.

Критерии оценки уровня практической подготовки: Оценка отражает степень готовности обучающегося к самостоятельной инженерной деятельности:

- **Технологическая грамотность:** соответствие практических навыков программным требованиям; уверенное владение измерительным инструментом, паяльным оборудованием и пультами радиоуправления.

- **Качество исполнения:** надежность соединений, отсутствие торчащих проводов, правильная балансировка пропеллеров, точность выполненного полета (взлет-посадку в заданный квадрат).

- **Культура организации труда:** соблюдение чистоты на рабочем месте, порядок хранения инструмента, бережное отношение к оборудованию образовательной организации, тайм-менеджмент при выполнении задания.

- **Самостоятельность и адаптивность:** способность применять усвоенные знания для решения новых задач без пошаговой подсказки педагога.

- *Базовый уровень:* решение типовых задач по готовому образцу (собрать дрон по схеме).

- *Продвинутый уровень:* преобразование способов решения задачи — самостоятельный поиск неисправности («дрон тянет в сторону»), модификация конструкции под новую полезную нагрузку, написание измененного кода миссии.

- **Ответственность:** аккуратность и сосредоточенность в процессе монтажа электроники, понимание последствий нарушения техники безопасности.

3.2. Критерии оценки промежуточной аттестации.

3.2. Оценочные материалы.

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета, объединяющего теоретический контроль и выполнение практического задания. Оценка выставляется по двухбалльной шкале: «зачтено» (уровень освоения соответствует программным требованиям) или «не зачтено».

Критерии оценки теоретической части (устный опрос / тест):

- **«Зачтено»:** обучающийся дает правильные ответы не менее чем на 70% вопросов. Свободно оперирует профессиональной терминологией (рама, полетный контроллер, ESC, калибровка, арминг). Понимает взаимосвязь между узлами дрона и правилами техники безопасности.

- **«Не зачтено»:** количество правильных ответов составляет менее 70%. Обучающийся допускает грубые ошибки в определении назначения узлов БПЛА, путает базовые термины или демонстрирует незнание правил безопасного обращения с аккумуляторами и инструментами.

Критерии оценки практической части (сборка/настройка узла или пилотирование):

- **«Зачтено»:**
 - Задача выполнена полностью в установленный норматив времени.
 - Качество работы соответствует технологическим требованиям: пайка ровная, без «соплей»; провода уложены аккуратно; крепеж затянут; пропеллеры сбалансированы.
 - Обучающийся самостоятельно проводит базовую диагностику (проверка полярности перед включением, проверка направления вращения моторов).
 - При пилотировании дрон совершает стабильный взлет, удержание высоты и точную посадку в заданную зону без критических крашей.

- **«Не зачтено»:**
 - Задача не выполнена или выполнена с грубыми нарушениями технологии (риск короткого замыкания, неправильная установка моторов), делающими эксплуатацию аппарата невозможной или небезопасной.
 - Обучающийся не может объяснить логику своих действий при сборке или настройке, постоянно нуждается в прямых указаниях педагога («делай за меня»).
 - При пилотировании допущена потеря контроля над аппаратом, приведшая к серьезной поломке из-за невыполнения базовых инструкций.

3.2. Оценочные материалы

Оценочные материалы разработаны для фиксации предметных, метапредметных и личностных результатов обучения.

1. Материалы для теоретического контроля

- **Билетная система (примеры билетов):**
 - *Билет №1:* Назовите основные узлы квадрокоптера «Геоскан Пионер Мини». Какова функция регуляторов скорости (ESC)? Опишите порядок включения питания БПЛА.
 - *Билет №2:* Что такое центр тяжести? Как изменится поведение дрона в полете, если закрепить груз под левым лучом? Нарисуйте схему подключения мотора к разъему M1 полетного контроллера.

- *Билет №3:* Правила зарядки Li-Po аккумуляторов. Что делать, если аккумулятор вздулся? Алгоритм действий при потере сигнала управления (*Failsafe*).
- **Компьютерное тестирование (выборка вопросов):**
 - *Вопрос:* Какой инструмент используется для удаления лишнего припоя? А) Кусачки Б) Оловоотсос В) Изолента
 - *Вопрос:* Перед установкой пропеллеров необходимо: А) Зарядить пульт Б) Сбалансировать их В) Покрасить лучи рамы
- **Технический кроссворд или филворд** на знание компонентов дрона (для снижения уровня стресса у детей младшего возраста).

2. Материалы для практического контроля

- **Чек-лист сборки учебного узла (например, монтаж полетного контроллера):**

Этап операции	Критерий выполнения	Да (+) / Нет (-)
1. Подготовка	Рабочее место очищено, инструменты разложены безопасно.	
2. Монтаж	Стойки установлены плотно, винты не перетянуты (рама не перекошена).	
3. Пайка	Контакты блестящие, без шариков припоя, флюс отмыт спиртом.	
4. Укладка проводов	Провода не натянуты, не касаются вращающихся частей, зафиксированы стяжками.	
5. Финал	Винтик М3 остался лишним — значит, ничего не забыто.	

Протокол квалификационного экзамена по пилотированию.

Участник: _____

Дата: _____

Задание: Взлет ➡ пролет через трое ворот «змейкой» ➡ посадка в круг диаметром 1 метр.

Элемент полета	Максимальный балл	Полученный балл	Примечание педагога
Взлет (вертикально, без заваливания)	2		
Прохождение первых ворот	2		
Прохождение вторых ворот	2		
Посадка в целевой круг	3		
Соблюдение ТБ (очки, стики вниз)	1		
Итого:	10		

Результат: [] Зачтено (8–10 баллов) / [] Не зачтено (<8 баллов).

Раздел 4. Список литературы.

Основная учебно-методическая литература

1. **Беспилотные авиационные системы.** Учебное пособие / Под общ. ред. В.С. Шаубина, А.В. Бабкина. — СПб.: Политех-пресс, 2022. — 320 с. (*Базовая теория аэродинамики, конструкции и управления мультироторными системами*).
2. **Геоскан Пионер. Руководство пользователя.** — СПб.: ГК «Геоскан», 2023. — 112 с. (*Официальная документация производителя: схемы сборки, инструкции по настройке полетного контроллера и работе в среде Pioneer Code*).
3. **Иванов Д.А. Программирование микроконтроллеров на MicroPython для школьников.** — М.: ДМК Пресс, 2021. — 240 с. (*Практическое руководство по переходу от блочного программирования к текстовому Python Edu*).
4. **Хорин А.В. Искусство пилотирования квадрокоптера. От новичка до эксперта.** — М.: Эксмо, 2022. — 192 с. (*Техники визуального и FPV-пилотирования, разбор типичных ошибок при управлении*).
5. **Крамер С. Аэродинамика. Для чайников.** Пер. с англ. — М.: Диалектика-Вильямс, 2020. — 352 с. (*Адаптированное объяснение законов физики полета доступным языком для возраста 9–13 лет*).

Дополнительная техническая литература и справочники

1. **Мищенко Е.С. Пайка для начинающих.** Практическое руководство. — М.: Солон-Пресс, 2021. — 144 с. (*Инструкции по технике безопасности, выбору флюсов и основам электромонтажа*).
2. **Синицын О. Проектирование и конструирование малых БПЛА.** — М.: Физматлит, 2023. — 288 с. (*Углубленные сведения о выборе компонентов, расчете времени полета и жесткости рамы*).
3. **Петренко Ю.В. Основы схмотехники.** Учебное пособие. — Ростов н/Д: Феникс, 2022. — 221 с. (*Чтение принципиальных электрических схем, понимание работы ESC и полетных контроллеров*).
4. **Мурогов А.В. Литий-полимерные аккумуляторы. Теория и практика безопасного применения.** — СПб.: Наука и Техника, 2021. — 96 с. (*Подробный разбор химии Li-Po, алгоритмов зарядки, хранения и утилизации*).
5. Сборник методических материалов конкурса кружкового движения **Национальной технологической инициативы (НТИ)** «Олимпиада Кружкового движения НТИ». Профиль «Автономные транспортные системы». — М.: Кружковое движение, 2022. — 84 с. (*Примеры инженерных кейсов и задач формата соревнований*).

Электронные ресурсы и программное обеспечение

1. Образовательный портал ГК «Геоскан»: раздел документации, видеоуроки по сборке и программированию pioneer.geoscan.ru.
2. Официальная документация проекта Betaflight / INAV Configurator (разделы Wiki по калибровке датчиков и настройке PID-регуляторов).
3. Платформа Stepik. Курс «Основы робототехники и программирования дронов» (свободный доступ).
4. Портал издательства «ГЕО-АСТРО-МЕДИА» – библиотека статей по навигации и картографии.
5. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» или «Гарант» (для мониторинга актуальных изменений в Воздушном кодексе РФ).
6. Репозиторий GitHub сообщества «Geoscan Pioneer» (база готовых скриптов на Python и модификаций прошивок).

**Приложение №1. Рабочая программа
программа технической направленности
«Основы беспилотных летательных аппаратов:
Геоскан Пионер Мини» для обучающихся 9-11 лет**

программа технической направленности
«Основы беспилотных летательных аппаратов:
Геоскан Пионер Мини»
(детское творческое объединение «Юные операторы БПЛА»,
руководитель Гурьева О.В.)

Учебный (тематический) план.

№	Название раздела	Всего	Теория	Практика	Формы контроля
Раздел 1. Вводный модуль. Инженерная культура и ТБ (8 часов)					
1.1	Введение в БАС. Роль беспилотников в экономике РФ. Техника безопасности.	2	1	1	Беседа, опрос
1.2	Электробезопасность и работа с Li-Po аккумуляторами. Первая помощь при ожогах.	2	1	1	Мини-тест
1.3	Кто такой оператор БПЛА? История дронов от воздушных змеев до современных квадрокоптеров. Обзор конструктора «Геоскан Пионер Мини».	4	2	2	Фронтальная лекция-беседа с элементами викторины.
Раздел 2. Аэродинамика, схемотехника и сборка (16 часов)					
2.1	Знакомство с оборудованием. Брифинг по курсу.	2	1	1	Опрос, беседа
2.2	Физика полета мультикоптера. Моменты инерции, центр тяжести, влияние парусности корпуса.	2	1	1	Индивидуальная практическая работа.
2.3-2.4	Практикум. Полная механическая сборка рамы «Пионер Мини».	4	0,5	3,5	Работа в парах (взаимная проверка)
2.5-2.6	Монтаж электроники. Установка полетного контроллера, приемника, FPV-системы. Настройка видеопередатчика.	4	0,5	3,5	Текущий контроль: чек-лист
2.7	Первая инспекция: итоговая проверка сборки всей группой. Поиск ошибок друг у друга.	2	0,5	1,5	Групповая форма, игровой формат контроля.
Раздел 3. Программирование автономного полета (18 часов)					
3.1	Безопасная подача питания. Первое подключение к компьютеру. Интерфейс настройки (графический конфигуратор)	2	1	1	Фронтальная демонстрация, индивидуальная работа за ПК. Промежуточный мини-зачет: успешная калибровка горизонта.
3.2	Настройка моторов и реверсов. Проверка	2	0,5	1,5	Индивидуальная лабораторно-

№	Название раздела	Всего	Теория	Практика	Формы контроля
	направления вращения через интерфейс (без пропеллеров!).				практическая работа.
3.3	Работа с оптическим датчиком потока (Flow) и дальномером. Удержание позиции внутри помещения.	2	0,5	1,5	Индивидуальная лабораторно-практическая работа.
3.4-3.5	Среда Pioneer Code: из кубиков в полет. Понятие алгоритма.	4	2	2	Тест, опрос.
3.6	Использование переменной цикла. Отладка кода.	4	2	2	Тест.
3.7	Отработка навыков пилотирования в компьютерном симуляторе. Базовые фигуры и ориентация (носом к себе).	4	0,5	3,5	Работа в малых группах (пара программистов + штурман).
Раздел 4. Практическое применение и эксплуатация (16 часов)					
4.1-4.2	Тренировочная база: полеты в симуляторе. Разминка пальцев. Отработка моторики стиков: висение в точке, плавные перемещения вперед-назад, влево-вправо.	6	2	4	Индивидуальная тренажерная подготовка. Рейтинг пилотов недели.
4.3	Первый реальный вылет! Взлет и посадка строго в очерченный круг.	4	0	4	Индивидуальная отработка навыков.
4.4	Удержание позиции и высоты. Борьба с ветром (если полет на улице) или сквозняком. Посадка на движущуюся платформу.	6	1	5	Индивидуально-групповая форма. Эстафета «Точный швартовщик»
Раздел 5. Проектировщики-изобретатели: Расширяем возможности					
5.1	Диагностика неисправностей: «дрон тянет в сторону», «греется мотор», «помехи в видео».	2	1	1	Работа в малых группах в интерактивной игре с ошибками.
5.2-5.4	Групповая разработка технического проекта. Распределение ролей (конструктор, программист, пилот).	6	1	5	Самостоятельная работа
5.5-5.6	Реализация проекта. Модификация дронов под задачу, написание финального кода миссии, наземные	4	0,5	3,5	Беседа

№	Название раздела	Всего	Теория	Практика	Формы контроля
	испытания.				
5.7	Предзащита проектов. Оформление технической документации (паспорт изделия, инструкция по эксплуатации).	4	2	2	Беседа, опрос
5.8	Итоговая демонстрация работы устройства.	4	0,5	3,5	Индивидуальная защита
Итого		76	22	54	

Содержание программы

Раздел 1. Вводный модуль. Инженерная культура и техника безопасности (8 часов)

Тема 1.1. Введение в беспилотные авиационные системы (БАС). Роль беспилотников в экономике РФ. Понятие БПЛА, классификация по типу конструкции и назначению. Обзор сфер применения дронов в России: агрономия, мониторинг инфраструктуры, логистика, картография.

– *Теория (1 ч):* Лекция-беседа с демонстрацией инфографики о рынке труда операторов БАС.

– *Практика (1 ч):* Устное обсуждение перспективных профессий будущего.

– *Формы контроля:* Беседа, фронтальный опрос на знание сфер применения.

Тема 1.2. Электробезопасность и работа с Li-Po аккумуляторами. Первая помощь при термических ожогах. Правила хранения, транспортировки и зарядки литий-полимерных батарей. Опасности короткого замыкания. Алгоритм действий при возгорании аккумулятора или паяльника.

– *Теория (1 ч):* Инструктаж, просмотр учебного фильма МЧС/производителя АКБ.

– *Практика (1 ч):* Отработка алгоритма тушения загоревшейся ветоши огнетушителем (учебная имитация), наложение гипотермического пакета на «ожог».

– *Формы контроля:* Мини-тест из 5 вопросов по правилам ТБ.

Тема 1.3. Кто такой оператор БПЛА? История развития авиации. Обзор конструктора «Геоскан Пионер Мини». Эволюция от воздушных змеев до современных квадрокоптеров. Знакомство с комплектацией набора, изучение сборочного чертежа и спецификации компонентов.

– *Теория (2 ч):* Мультимедийная презентация, викторина «История техники», разбор терминологии (рама, ESC, полетный контроллер).

– *Практика (2 ч):* Распаковка наборов, сопоставление реальных деталей со схемой, подготовка рабочего места.

– *Формы контроля:* Фронтальная лекция-беседа с элементами викторины.

Раздел 2. Аэродинамика, схемотехника и сборка (16 часов)

Тема 2.1. Знакомство с оборудованием. Брифинг по курсу. Повторение правил организации рабочего места инженера. Порядок действий при сборке сложного устройства.

– *Теория (1 ч):* Объяснение логики сборки «от простого к сложному».

– *Практика (1 ч):* Организация инструментальной станции.

– *Формы контроля:* Опрос, беседа.

Тема 2.2. Физика полета мультикоптера. Понятия подъемной силы, тяги, момента инерции и центра тяжести. Как парусность корпуса влияет на поведение дрона в потоке воздуха.

– *Теория (1 ч):* Наглядные эксперименты с листом бумаги и вентилятором.

– *Практика (1 ч):* Расчет примерного смещения центра тяжести при установке дополнительного модуля.

– *Формы контроля:* Индивидуальная практическая работа (решение задачи).

Тема 2.3. Практикум. Полная механическая сборка рамы «Пионер Мини». Установка моторов, регуляторов скорости (ESC) и защита лучей. Маркировка направления вращения.

- *Теория (0,5 ч):* Демонстрация правильной затяжки винтов без повреждения карбона.
- *Практика (3,5 ч):* Сборка механической части аппарата.
- *Формы контроля:* Работа в парах (взаимная проверка натяжения ремней и затяжки болтов).

Тема 2.4. Монтаж электроники. Пайка силовых разъемов XT30 под присмотром педагога. Установка полетного контроллера, приемника радиоуправления и FPV-системы. Настройка видеопередатчика (выбор канала).

- *Теория (0,5 ч):* Техника лужения проводов и демонтажа припоя оловоотсосом.
- *Практика (3,5 ч):* Физический монтаж плат, подключение камеры и VTX.
- *Формы контроля:* Текущий контроль по чек-листу (проверка полярности перед включением питания).

Тема 2.5. Первая инспекция. Итоговая проверка сборки всей группой. Поиск ошибок друг у друга методом перекрестного аудита.

- *Теория (0,5 ч):* Разбор типичных ошибок монтажа («забытый» винт, пережатый шлейф).
- *Практика (1,5 ч):* Игровой формат «Инженерный аудит»: команды проверяют аппараты соседей.
- *Формы контроля:* Групповая форма, игровой формат контроля.

Раздел 3. Программирование автономного полета (18 часов)

Тема 3.1. Безопасная подача питания. Первое подключение к компьютеру. Интерфейс графического конфигуратора (Betaflight/Pioneer Configurator). Калибровка акселерометра.

- *Теория (1 ч):* Порядок включения пульта → дрона → шлема.
- *Практика (1 ч):* Подключение к ПК, настройка базовых параметров.
- *Формы контроля:* Промежуточный мини-зачет: успешная калибровка горизонта.

Тема 3.2. Настройка моторов и реверсов. Проверка направления вращения двигателей через интерфейс (без пропеллеров!). Правило правой руки для квадрокоптера.

- *Теория (0,5 ч):* Логика работы протокола DShot.
- *Практика (1,5 ч):* Арминг моторов, проверка соответствия номеров каналов стикам пульта.
- *Формы контроля:* Индивидуальная лабораторно-практическая работа.

Тема 3.3. Работа с оптическим датчиком потока (Flow) и дальномером. Принцип удержания позиции внутри помещения без использования GPS.

- *Теория (0,5 ч):* Как датчик видит поверхность пола.
- *Практика (1,5 ч):* Монтаж датчика, включение режима стабилизации положения.
- *Формы контроля:* Индивидуальная лабораторно-практическая работа.

Тема 3.4. Среда Pioneer Code: из кубиков в полет. Понятие алгоритма, функции, переменные. Написание первой программы: взлет – задержка – посадка.

- *Теория (2 ч):* Основы алгоритмизации, визуальное программирование.
- *Практика (2 ч):* Составление блок-схемы миссии на доске, перенос в ПО.
- *Формы контроля:* Тест, устный опрос определений.

Тема 3.5. Использование переменной цикла. Отладка кода. Программа облета периметра квадрата. Исправление синтаксических и логических ошибок.

- *Теория (2 ч):* Циклы for и while, инкремент.
- *Практика (2 ч):* Написание и запуск скрипта автономной миссии.
- *Формы контроля:* Тест на понимание циклов.

Тема 3.6. Отработка навыков пилотирования в компьютерном симуляторе. Базовые фигуры, ориентация «носом к себе».

- *Теория (0,5 ч):* Координация движений пальцев.

- *Практика (3,5 ч):* Прохождение треков в симуляторе.
- *Формы контроля:* Работа в малых группах (пара программистов + штурман-контролер).

Раздел 4. Практическое применение и эксплуатация (16 часов)

Тема 4.1. Тренировочная база: полеты в симуляторе. Разминка пальцев. Отработка моторики стиков: висение в точке, плавные перемещения вперед-назад, влево-вправо.

- *Теория (2 ч):* Анализ физики полета в виртуальной среде.
- *Практика (4 ч):* Нарботка часов налета.
- *Формы контроля:* Индивидуальная тренажерная подготовка. Рейтинг пилотов недели.

Тема 4.2. Первый реальный вылет! Взлет и посадка строго в очерченный круг диаметром 50 см. Полет визуально (VLOS).

- *Теория (0 ч):*
- *Практика (4 ч):* Контролируемый отрыв от поверхности.
- *Формы контроля:* Индивидуальная отработка навыков.

Тема 4.3. Удержание позиции и высоты. Борьба с внешними факторами (сквозняк, порывы ветра). Посадка на движущуюся платформу (эстафета).

- *Теория (1 ч):* Влияние турбулентности у земли.
- *Практика (5 ч):* Выполнение упражнений на точность зависания.
- *Формы контроля:* Индивидуально-групповая форма. Эстафета «Точный швартовщик».

Раздел 5. Проектировщики-изобретатели: Расширяем возможности (20 часов)

Тема 5.1. Диагностика неисправностей. Метод исключения: «дрон тянет в сторону», «греется мотор», «помехи в видео».

- *Теория (1 ч):* Алгоритмы поиска поломок.
- *Практика (1 ч):* Интерактивная игра «Больница для дронов» с учебными стендами.
- *Формы контроля:* Работа в малых группах над поиском ошибок.

Тема 5.2. Групповая разработка технического проекта. Выбор темы (модификация сброса груза, установка LED-подсветки, измерение расстояния). Распределение ролей (конструктор, программист, пилот-менеджер).

- *Теория (1 ч):* Этапы проектирования изделия.
- *Практика (5 ч):* Мозговой штурм, создание эскизов.
- *Формы контроля:* Самостоятельная работа групп.

Тема 5.3. Реализация проекта. Модификация конструкции, написание финального кода миссии, наземные испытания.

- *Теория (0,5 ч):* Консультации по сложным узлам.
- *Практика (3,5 ч):* Сборка прототипа.
- *Формы контроля:* Наблюдение за процессом интеграции.

Тема 5.4. Предзащита проектов. Оформление технической документации (паспорт изделия, инструкция по эксплуатации, электрическая схема модификации).

- *Теория (2 ч):* Стандарты оформления инженерной документации.
- *Практика (2 ч):* Заполнение паспортов изделий.
- *Формы контроля:* Беседа, опрос по содержанию документов.

Тема 5.5. Итоговая демонстрация работы устройства. Публичный показ работоспособности модифицированного дрона.

- *Теория (0,5 ч):* Инструктаж по регламенту выступления.
- *Практика (3,5 ч):* Полетная демонстрация выполненной миссии.
- *Формы контроля:* Индивидуальная защита проекта.