

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ  
МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ Г. УЛАН-УДЭ»

Принята на заседании  
педагогического совета  
от «29» 08 2025 г.  
Протокол № 02/25

«Утверждаю»:

Директор МБУ ДО «Станция юных  
техников г. Улан-Удэ»

П.Г. Филатов

Приказ № 12/2025 от «01» 09 2025 г.



Дополнительная общеобразовательная  
(общеразвивающая) программа  
«БПЛА»

**Направленность:** техническая

**Возраст учащихся:** 9 - 17 лет

**Срок реализации:** 2 года (144 ч., 216 ч.)

**Уровень программы:** стартовый

Автор - составитель:

**Рульер Роллен Николай Патрикович,**  
педагог дополнительного образования

г. Улан-Удэ, 2025 г.



## **Оглавление**

1. Комплекс основных характеристик дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы
  - 1.1. Пояснительная записка
  - 1.2. Цель, задачи, ожидаемые результаты
  - 1.3. Содержание программы
2. Комплекс организационно педагогических условий
  - 2.1. Календарный учебный график
  - 2.2. Условия реализации программы
  - 2.3. Формы контроля и формы аттестации
  - 2.4. Оценочные материалы
  - 2.5. Методические материалы
3. Список литературы

# 1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

## 1.1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Основные характеристики программы:

Дополнительная общеразвивающая программа «БПЛА» (далее - Программа) реализуется в соответствии **нормативно-правовыми документами:**

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (статья 75, пункт 2) «Об образовании в РФ» <https://www.zakonrf.info/zakon-ob-obrazovanii-v-rf/75/>
- Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. N 678-р Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403709682/>
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 N 41 "Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14". <https://docs.cntd.ru/document/420207400>
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 года № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»; <https://rg.ru/documents/2015/06/08/vospitanie-dok.html>
- Письмо Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»). [https://summercamps.ru/wp-content/uploads/documents/document\\_\\_metodicheskie-rekomendacii-po-proektirovaniyu-obscherazvivayuschih-program.pdf](https://summercamps.ru/wp-content/uploads/documents/document__metodicheskie-rekomendacii-po-proektirovaniyu-obscherazvivayuschih-program.pdf)
- Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи"// Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020

№2. <https://укцсн.рф/upload/documents/informatsiya/organizatsiya-otdykha-i-ozdorovleniya-detey/3.%20%D0%A1%D0%9F%202.4.3648-20.pdf>

- Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 07.05.2020г. № ВБ – 976/04 «Рекомендации по реализации внеурочной деятельности, программы воспитания и социализации и дополнительных общеобразовательных программ с применением дистанционных образовательных технологий»

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73931002/>

- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. N 629 “Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам”

<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405245425/>

- Устав учреждения утв. Приказом Комитета по образованию Администрации г. Улан-Удэ от 27.10.2023 г. №104

[https://syute.buryatschool.ru/upload/buryascsyute\\_new/files/53/fe/53fec2adc8c093777b20bb4d16cb315a.pdf](https://syute.buryatschool.ru/upload/buryascsyute_new/files/53/fe/53fec2adc8c093777b20bb4d16cb315a.pdf)

- Положение о разработке, структуре и порядке утверждения дополнительной общеразвивающей программы от 02.09.2020 г.

[https://syute.buryatschool.ru/upload/buryascsyute\\_new/files/8d/e5/8de5508600e13c2373a063677f022b49.pdf](https://syute.buryatschool.ru/upload/buryascsyute_new/files/8d/e5/8de5508600e13c2373a063677f022b49.pdf)

#### **Актуальность:**

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. 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.

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.

**Обучение включает в себя следующие основные предметы:** математика, информатика, программирование, физика, электротехника.

**Вид программы:** модифицированная программа.

**Направленность программы:** техническая, ориентирована на развитие у учащихся технических и научных способностей, целенаправленную организацию научно-исследовательской деятельности, имеющую большое значение для научно-технического и социально-экономического потенциала общества и государства

**Адресат программы:** Программа ориентирована на дополнительное образование учащихся среднего школьного возраста (9 – 17 лет). Особенностью детей этого возраста является то, что в этот период

происходит главное в развитии мышления – овладение подростком процессом образования понятий, который ведет к высшей форме интеллектуальной деятельности, новым способам поведения. Функция образования понятий лежит в основе всех интеллектуальных изменений в этом возрасте. Для возраста 9 – 17 лет характерно господство детского сообщества над взрослым. Здесь складывается новая социальная ситуация развития. Идеальная форма – то, что ребенок осваивает в этом возрасте, с чем он реально взаимодействует, – это область моральных норм, на основе которых строятся социальные взаимоотношения. Общение со своими сверстниками – ведущий тип деятельности в этом возрасте. Именно здесь осваиваются нормы социального поведения, нормы морали, здесь устанавливаются отношения равенства и уважения друг к другу.

**Срок реализации программы:** 2 года. Объем учебной нагрузки – 360 учебных часов.

**Объем программы:** 1 год обучения – занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа (144 академических часа, 72 занятий в год). 2 год обучения - занятия проводятся 2 раза в неделю по 3 часа (216 академических часов, 72 занятий в год).

**Форма обучения:** Обучение проводится по очной форме.

**Особенности организации образовательной деятельности:** Форма организации занятий: групповая разновозрастная, индивидуальная, индивидуально-групповая и фронтальная. Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;

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

- конференции внутриквантовые и межквантовые, на которых обучающиеся делятся опытом друг с другом и рассказывают о собственных достижениях;

- самостоятельная работа, когда обучающиеся выполняют индивидуальные задания в течение части занятия или нескольких занятий.

- метод кейсов (case-study), "мозговой штурм" (Brainstorming), метод задач (Problem-Based Learning) и метод проектов (Project-Based Learning). Пример: кейс – это конкретная задача («случай» – case, англ.), которую требуется решить, для этого в режиме «мозгового штурма» предлагаются варианты решения, после этого варианты обсуждаются и выбирается один или несколько путей решения, после чего для решения кейса формируются более мелкие задачи, которые объединяются в проект и реализуются с применением метода командообразования.

**Режим занятий:** Продолжительность занятий устанавливается в зависимости от возрастных и психофизиологических особенностей, допустимой нагрузки учащихся.

Первый год обучения: 2 ак. часа x 2 раза в нед. = 4 ак. часа в неделю.  
(144 академических часа, 72 занятий в год)

Второй год обучения: 3 ак. часа x 2 раза в нед. = 6 ак. часов в неделю.  
(216 академических часов, 72 занятий в год).

## **1.2. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.**

**Цель:** Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых soft-skills и hard-skills по следующим направлениям: проектная деятельность, теория решения изобретательских задач, работа в команде, инженерная графика, аэродинамика и 3D-конструирование беспилотных летательных аппаратов в CAD-системе, прототипирование и изготовление деталей БЛА с применением 3D-печати, основы радиоэлектроники и схемотехники, программирование микроконтроллеров, лётная эксплуатация БАС (беспилотных авиационных систем). Программа направлена на развитие в ребенке интереса к проектной, конструкторской и предпринимательской деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребенка.

### **Образовательные задачи:**

#### ***Обучающие:***

- ознакомление с элементами механики, законами аэродинамики;
- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- закрепление и расширение знаний, умений, полученных на уроках физики, математики, информатики, способствования их систематизации;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-технического мышления.

#### ***Воспитательные:***

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;

- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

***Развивающие:***

- развитие интереса к техническому моделированию;
- развитие мыслительных и творческих способностей в технической деятельности;
- развить способность к самореализации и целеустремлённости;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;
- расширить ассоциативные возможности мышления.

**Ожидаемые результаты:**

- приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС;
- занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки;
- формирование навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.
- формирование у обучающихся самостоятельности в учебно-познавательной деятельности;
- развитие способности к самореализации и целеустремлённости;
- формирование у обучающихся технического мышления и творческого подхода к работе;
- развитость навыков научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности у обучающихся;
- развитые ассоциативные возможности мышления у обучающихся.
- развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;

- формирование умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;
- формирование способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.
- чтение чертежей, 3D моделирование несложных деталей/моделей БЛА
- выполнение самостоятельного прототипирования и печати деталей на 3D принтере
- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;

**См. Уровневая Дифференциация.**

**Таблица 1.**

<b>Дифференциация ДОП по уровневому контролю теории и практики</b>			
<b>Уровень ЗУН</b>	<b>Стартовый уровень</b>	<b>Базовый уровень</b>	<b>Продвинутый уровень</b>
<b>Знать</b>	Знать правила безопасности при работе с электроникой, механикой и программным обеспечением. Знать основы теории полёта и управления беспилотными летательными аппаратами БПЛА.	Знать основы 3D моделирования и 3D печати. Знать основы БПЛА. Знать основы технического обслуживания и ремонта БПЛА и их компонентов. Знать способы настройки и подготовки БПЛА	Знать основы программирования микроконтроллеров и работы с различными языками программирования. Знать основы 3D-моделирования и работы с программами для создания

	Знать основы черчения.	к полётам.	трёхмерных моделей. Понимать принципы работы различных сенсоров и датчиков, используемых на БАС.
Уметь	Уметь работать в команде. Уметь работать в среде программирования. Уметь разбираться в теории беспилотных летательных аппаратов.	Уметь пилотировать дроны. Уметь понимать принципы работы всех систем дронов и их взаимодействие. Уметь обслуживать и ремонтировать БПЛА и их компоненты. Уметь выполнять чертежи различных деталей от БПЛА.	Уметь собирать и программировать дроны. Уметь составлять программы управления БПЛА. Уметь создавать 3D модели деталей БПЛА и печатать их на 3D-принтере. Уметь настраивать и программировать полёт БПЛА через приложение.
Владеть	Владеть навыками: технического творчества, трудолюбия, дисциплинированности,	Владеть основами трёхмерного моделирования: знание компьютерных	Владеть навыками: пилотирования квадрокоптеров, основы аэрофотосъёмки и

	<p>культуры труда, умения работать в команде.</p>	<p>программ для создания 3D-моделей, таких как Blender.</p> <p>Обрабатывать фото и видео с камеры беспилотника.</p> <p>Проводить диагностику и ремонт дрона.</p>	<p>использование современного оборудования и программного обеспечения.</p> <p>Владеть пространственным, аналитическим и синтетическим мышлением:</p> <p>готовность и способность к творческому поиску и воплощению идей на практике.</p> <p>Собирать и разбирать беспилотник.</p>
<p>Проявлять</p>	<p>Проявлять логическое мышление для решения простых задач и выполнения заданий.</p> <p>Проявлять интерес к технике и авиации.</p>	<p>Проявлять стремление к саморазвитию и обучению.</p> <p>Проявлять усидчивость и терпение.</p>	<p>Проявлять способность отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.</p>

### 1.3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### «БПЛА»

#### Учебно-тематический план

#### Первый год обучения

Таблица 2.

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/кон троля
		Всего	Теория	Практика	
1	Вводная лекция о содержании курса.	2	2		Беседа.
2	Что такое БПЛА. История создания беспилотных летательных аппаратов.	4	4		Беседа, опрос.
3	Теория мультироторных систем.	4	4		Беседа.
4	Основы управления БПЛА.	4	4		Беседа.
5	Принципы управления и строение мультикоптеров.	4	4		Беседа.
6	Основы техники безопасности полётов.	2	2		Беседа.
7	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	6	2	4	Беседа, тест
8	Практическое занятия с литий-полимерными	10	4	6	Беседа, практическая

	аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)				работа с зарядными устройствами.
9	Полёты на симуляторе.	20	4	16	Беседа, полёты на симуляторе.
10	Изучение строения БПЛА. Детали квадрокоптера.	8	2	6	Беседа, опрос.
11	Сборка и настройка квадрокоптера.	8	2	6	Беседа, практическая работа.
12	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки.	10	4	6	Беседа, учебные полёты.
13	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	8	2	6	Беседа, учебные полёты.
14	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	4	4		Беседа.
15	Сборка рамы квадрокоптера.	8		8	Беседа, практическая работа.
16	Инструктаж по технике безопасности полетов.	2	2		Беседа.

17	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка».	10		10	Беседа, учебные полёты.
18	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	10		10	Беседа, учебные полёты.
19	Изучение всего функционала приложения DJI GO 4. Настройка дистанционного управления.	8	2	6	Беседа, учебные полёты.
20	Полёты на квадрокоптерах по заданному маршруту	12	2	10	Беседа, учебные полёты.
	<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>50</b>	<b>94</b>	<b>144</b>

**Учебно-тематический план  
Второй год обучения**

**Таблица 3.**

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/кон троля
		Всего	Теория	Практика	
1	Инженерная графика. Вводная лекция о содержании курса.	4	4		Беседа, презентация.
2	Способы проецирования. Чертежи в системе прямоугольной проекции.	4	2	2	Беседа, презентация, опрос.

3	Чтение и выполнение чертежей.	4	2	2	Беседа, презентация, практическое задание.
4	Аксонметрические проекции. Технический рисунок.	4	2	2	Беседа, презентация, опрос, практическое задание.
5	Сечения. Разрезы. Сборочные чертежи.	4	2	2	Беседа, презентация, опрос, практическое задание.
6	3D моделирование и 3D печать. Введение. Техника безопасности.	8	4	4	Беседа, тест..
7	КОМПАС-График: Создание, редактирование и трансформация графических объектов.	12	6	6	Беседа, практическая работа.
8	Моделирование объектов способом выдавливание.	20	4	16	Беседа, практическая работа.
9	Изучение и работа в программе Ultimaker Cura.	16	4	12	Беседа, практическая работа.

10	3D- принтер. Изучение конструкции. Разборка и сборка 3D- принтера.	12	4	8	Беседа, практическая работа.
11	Изготовление детали на 3D принтере.	18	4	14	Беседа, практическая работа.
12	Что такое FPV. Настройка, установка FPV – оборудования.	6	2	4	Беседа, опрос, практическое задание.
13	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	6	2	4	Беседа, практическое задание.
14	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	6	2	4	Беседа, практическая работа.
15	Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	18	2	16	Практическое задание, учебный полет.
16	Пилотирование FPV дронов в очках на дальних дистанциях с преодолением препятствий.	14	4	10	Практическое задание, учебный полет.
17	Работа в группах над инженерным проектом. Принципы создания инженерной проектной работы.	20	4	16	Самостоятельная подготовка групповых инженерных проектов.

18	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	20	4	16	Беседа, наблюдение за организаторскими и коммуникативными навыками.
19	Подготовка презентации собственной проектной работы.	10	2	8	Беседа, наблюдение за организаторскими и коммуникативными навыками.
20	Итоговый контроль. Презентация и защита группой собственного инженерного проекта.	10		10	Защита проекта
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>	<b>60</b>	<b>156</b>	<b>216</b>

**Формы контроля:** педагогическое наблюдение, наблюдение за организаторскими и коммуникативными навыками, беседа, опросы, учебные запуски дронов, практические задания, коллективное обсуждение, анализ, участие в соревнованиях по запуску и управлению БПЛА, самостоятельная проектная деятельность.

### **Содержание учебного плана**

#### **Первый год обучения**

##### **1. Вводное занятие**

Теория: Организационная работа, введение в программу, предмет и содержание курса. Вводный инструктаж по технике безопасности (ТБ). Литература, рекомендованная для освоения курса.

Форма контроля: Беседа.

## **2. Что такое БПЛА. История создания беспилотных летательных аппаратов.**

Теория: Исторический обзор. Первые беспилотные летательные аппараты.

Форма контроля: Беседа.

## **3. Теория мультироторных систем.**

Теория: Устройство мультироторных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами.

Форма контроля: Беседа.

## **4. Основы управления БПЛА.**

Теория: Понимание принципов работы БПЛА. Это автономное устройство, которое управляется дистанционно или по заранее заданной программе.

Форма контроля: Беседа.

## **5. Принципы управления и строение мультикоптеров.**

Теория: Принцип управления мультикоптеров их строение и возможное количество несущих винтов.

Форма контроля: Беседа.

## **6. Основы техники безопасности полётов.**

Теория: Основы техники безопасности полётов и всех аспекты на законодательной базе.

Форма контроля: Беседа.

## **7. Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы.**

Теория: История о создание усовершенствованных конструкциях литий-ионных аккумулятора, в которых в качестве электролита используется полимерный материал.

Практика: Пройти тест по пройденной теме.

Форма контроля: Беседа, тест.

## **8. Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение).**

Теория: Правильная зарядка литий-полимерных батарей LiPo.

Практика: Используя универсальное зарядное устройство для литий-полимерных батарей, зарядить LiPo аккумуляторы с постоянным балансом тока и напряжения.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

## **9. Полёты на симуляторе.**

Теория: Перед запуском настоящих беспилотных летательных аппаратов и квадрокоптеров, необходима практика на симуляторах управления БПЛА.

Практика: Полет на симуляторе управления БПЛА.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

## **10. Изучение строения БПЛА. Детали квадрокоптера.**

Теория: Изучение строения квадрокоптера. Какие детали используются и какие функции выполняют.

Практика: Ответить на вопросы про конструкцию БПЛА.

Форма контроля: Беседа, опрос.

## **11. Сборка и настройка квадрокоптера.**

Теория: Сборка и настройка квадрокоптера включают пайку комплектующих, установку и подключение двигателей, контроллеров, аккумуляторной батареи и других компонентов согласно инструкции.

Практика: Выполнить процесс соединения и проверки работоспособности всех компонентов квадрокоптера, включая раму, двигатели, пропеллеры, полётный контроллер, аккумулятор и другие детали.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

## **12. Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки**

Теория: Изучение основ управления, теории мультироторных систем и техники безопасности полётов. Это помогает детям освоить принципы управления квадрокоптером и развить навыки пилотирования.

Практика: Первое управление мультироторных систем на примере простейшего квадрокоптера для детей.

Форма контроля: Беседа, учебный запуск.

### **13. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.**

Теория: Изучение «мозгов» квадрокоптера с подробным анализом выполнения команд от полётного контроллера.

Практика: Выполнить подключение полётного контроллера к приемнику сигнала и запрограммировать его.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

### **14. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.**

Теория: Изучение бесколлекторных двигатели и регуляторов хода двигателя.

Форма контроля: Беседа.

### **15. Сборка рамы квадрокоптера.**

Теория: Сборка рамы квадрокоптера заключается в соединении лучей с центральным элементом и установке электронных компонентов, таких как моторы, регуляторы скорости, батареи, плата управления и защита.

Практика: Собрать конструктор квадрокоптера GEOSCAN PIONER.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

### **16. Инструктаж по технике безопасности полетов.**

Теория: Инструктаж по технике безопасности полётов включает общие правила, такие как соблюдение указаний педагога, проверку состояния всех деталей дрона перед каждым полётом, включение пульта управления с опущенным стиком газа, взлёт после поиска спутников GPS и ГЛОНАСС, проверку функции возврата домой и отключение питания дрона и пульта управления после полёта.

Форма контроля: Беседа.

### **17. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка».**

Теория: Первый учебный полёт важно освоить взлёт и посадку дрона, чтобы

научиться контролировать его движение в воздухе и обеспечить безопасность эксплуатации.

Практика: Выполнить включение моторов, взлёт и посадку без лишних маневрирований.

Форма контроля: Беседа, учебный полет.

### **18. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.**

Теория: Полёты включают удержание на заданной высоте, перемещение вперёд-назад и влево-вправо.

Практика: Выполнить удержание квадрокоптера на заданной высоте, перемещение вперед и назад, влево и право.

Форма контроля: Беседа, учебный полет.

### **19. Изучение всего функционала приложения DJI GO 4. Настройка дистанционного управления.**

Теория: Изучение функционала приложения DJI GO 4 для настройки дистанционного управления дроном.

Практика: Использование функционала приложения DJI GO 4 для настройки дистанционного управления квадрокоптером, включая изменение режимов полёта, настройку уровня заряда батареи и активацию функций 3D Sensing System.

Форма контроля: Беседа, учебный полет.

### **20. Полёты на квадрокоптерах по заданному маршруту.**

Теория: Полет на квадрокоптере по заданному маршруту включает изучение основ управления дроном, принципов работы навигационных систем и правил полёта.

Практика: Пилотирование квадрокоптера с GPS-модулем и функцией автопилота через смартфон или планшет с приложением для управления.

Форма контроля: Беседа, учебный полет.

## **1. Инженерная графика. Вводная лекция о содержании курса.**

Теория: Вводная лекция по черчению.

Форма контроля: Беседа, презентация.

## **2. Способы проецирования. Чертежи в системе прямоугольной проекции.**

Теория: Способы проецирования позволяют получать изображения предметов на плоскости с помощью параллельных лучей света или воображаемых линий. В системе прямоугольной проекции используются прямоугольные (ортогональные) проекции, где проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проекции. Это обеспечивает наглядность и простоту выполнения чертежей, позволяя передавать информацию о форме и размерах объектов.

Практика: Ответить на заданные вопросы по пройденной теме.

Форма контроля: Беседа, презентация, опрос.

## **3. Чтение и выполнение чертежей.**

Теория: Процесс интерпретации и создания графических изображений, который включает анализ размеров, форм и взаимного расположения элементов объекта, а также соблюдение стандартов и правил черчения.

Практика: Ответить на заданные вопросы по пройденной теме. Выполнить сборочный чертеж.

Форма контроля: Беседа, презентация, практическое задание.

## **4. Аксонометрические проекции. Технический рисунок.**

Теория: Наглядные изображения предметов в трёх измерениях, которые используют для быстрого создания чертежей и иллюстраций.

Практика: Ответить на заданные вопросы по пройденной теме. Выполнить сборочный чертеж.

Форма контроля: Беседа, презентация, опрос, практическое задание.

## **5. Сечения. Разрезы. Сборочные чертежи.**

Теория: Сечения и разрезы на сборочных чертежах используются для отображения конфигурации рассечённого тела и части детали,

расположенной за плоскостью сечения.

Практика: Ответить на заданные вопросы по пройденной теме. Выполнить сборочный чертеж.

Форма контроля: Беседа, презентация, опрос, практическое задание.

## **6. 3D моделирование и 3D печать. Введение. Техника безопасности.**

Теория: Знакомство детей с 3D моделированием и 3D печатью. Основы техники безопасности полётов и всех аспекты на законодательной базе

Практика: Выполнить тест по 3D моделированию

Форма контроля: Беседа, тест.

## **7. КОМПАС-График: Создание, редактирование и трансформация графических объектов.**

Теория: Первая работа в КОМПАС-График. Изучение интерфейса, управления, биндов. Создание чертежа, редактирование и трансформация.

Практика: Создание чертежа в КОМПАС-График.

Форма контроля: Беседа, практическая работа.

## **8. Моделирование объектов способом выдавливание**

Теория: Изучение приложения ZBrush. Изучение интерфейса, управления, биндов для создания 3D модели.

Практика: Создать 3D модель в ZBrush.

Форма контроля: Беседа, практическая работа.

## **9. Изучение и работа в программе Ultimaker Cura.**

Теория: Изучение калибровки и подключения 3D принтеров к программе для нарезки моделей на слои Ultimaker Cura.

Практика: Откалибровать виртуальный принтер и подготовить 3D-модель к печати.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

## **10. 3D- принтер. Изучение конструкции. Разборка и сборка 3D-принтера.**

Теория: Изучение конструкции и способ работы 3D принтера.

Практика: Разобрать и собрать 3D принтер.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

### **11. Изготовление детали на 3D принтере.**

Теория: Подготовка и начало печати на 3D принтере.

Практика: Запуск печати на 3D принтере.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

### **12. Что такое FPV. Настройка, установка FPV – оборудования.**

Теория: Презентация по FPV. Демонстрация подключения и управления дронами с FPV-оборудованием.

Практика: Выполнить настройку FPV-оборудования

Форма контроля: Беседа, опрос, практическое задание.

### **13. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.**

Теория: Разбор основ и видов видеотрансляций с дронами в FPV-оборудование. Настройка, калибровка FPV-оборудования.

Практика: Выполнить настройку FPV-оборудования

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

### **14. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.**

Теория: Первая установка уже откалиброванного FPV-оборудования и пульта управления.

Практика: Подключить видеооборудование и пульт управления к дронам.

Форма контроля: Беседа, практическое задание.

### **15. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.**

Теория: Первые запуски дронами с FPV-оборудованием.

Практика: Выполнение базовых упражнений для полётов с FPV-оборудованием. Полёты вперёд, назад и в стороны для ощущения скорости и высоты.

Форма контроля: Практическое задание, учебный полет.

### **16. Пилотирование FPV дронами в очках на дальних дистанциях с преодолением препятствий.**

Теория: Запуск квадрокоптеров с FPV-оборудованием, но с преодолением

препятствий. Соблюдение правил безопасности при использовании FPV дронов.

Практика: Отработка навыков пилотирования на дальних дистанциях и простых манёврах.

Форма контроля: Практическое задание, учебный полет.

### **17. Работа в группах над инженерным проектом. Принципы создания инженерной проектной работы.**

Теория: Определение целей инженерного проекта. Выявление проблемы и решение, план реализации, заключение.

Практика: Начальная работа в группе над инженерным проектом.

Форма контроля: Самостоятельная подготовка групповых инженерных проектов.

### **18. Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».**

Теория: Сбор и анализ информации, сбор всех необходимых данных о проекте.

Практика: Продолжить работу над инженерным проектом.

Форма контроля: Беседа, наблюдение за организаторскими и коммуникативными навыками.

### **19. Подготовка презентации собственной проектной работы.**

Теория: Создание структуры презентации, разделение на основные разделы.

Подготовка текста и визуальных материалов.

Практика: Разработка презентации для группового проекта.

Форма контроля: Беседа, наблюдение за организаторскими и коммуникативными навыками.

### **20. Итоговый контроль. Презентация и защита группой собственного инженерного проекта.**

Практика: Презентовать и защитить групповой инженерный проект.

Форма контроля: Защита проекта.

## 2. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО - ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

### 2.1. КАЛЕНДАРНО-УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

ПДО: Рульер Роллен Николай Патрикович

Творческое объединение: «БПЛА»

Место проведения: ул. Московская 12б, кабинет № 1

Форма занятия: очная

#### Первый год обучения

Таблица 4.

№	Дата	Кол-во часов	Название раздела, темы	Форма контроля
1		2	Вводная лекция о содержании курса.	Беседа.
2		4	Что такое БПЛА. История создания беспилотных летательных аппаратов.	Беседа, опрос.
3		4	Теория мультироторных систем.	Беседа.
4		4	Основы управления БПЛА.	Беседа.
5		4	Принципы управления и строение мультикоптеров.	Беседа.
6		2	Основы техники безопасности полётов.	Беседа.
7		6	Основы электричества. Литий-полимерные аккумуляторы.	Беседа, тест
8		10	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	Беседа, практическая работа с зарядными устройствами.
9		20	Полёты на симуляторе.	Беседа,

				полёты на симуляторе.
<b>10</b>		8	Изучение строения БПЛА. Детали квадрокоптера.	Беседа, опрос.
<b>11</b>		8	Сборка и настройка квадрокоптера.	Беседа, практическая работа.
<b>12</b>		10	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки.	Беседа, учебные полёты.
<b>13</b>		8	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	Беседа, учебные полёты.
<b>14</b>		4	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	Беседа.
<b>15</b>		8	Сборка рамы квадрокоптера.	Беседа, практическая работа.
<b>16</b>		2	Инструктаж по технике безопасности полетов.	Беседа.
<b>17</b>		10	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка».	Беседа, учебные полёты.
<b>18</b>		10	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	Беседа, учебные полёты.
<b>19</b>		8	Изучение всего функционала приложения DJI GO 4. Настройка дистанционного	Беседа, учебные

			управления.	полёты.
<b>20</b>		12	Полёты на квадрокоптерах по заданному маршруту	Беседа, учебные полёты.
<b>Итого:</b>		<b>144</b>		

## Второй год обучения

**Таблица 5.**

<b>№</b>	<b>Дата</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>1</b>		4	Инженерная графика. Вводная лекция о содержании курса.	Беседа, презентация.
<b>2</b>		4	Способы проецирования. Чертежи в системе прямоугольной проекции.	Беседа, презентация, опрос.
<b>3</b>		4	Чтение и выполнение чертежей.	Беседа, презентация, практическое задание.
<b>4</b>		4	Аксонметрические проекции. Технический рисунок.	Беседа, презентация, опрос, практическое задание.
<b>5</b>		4	Сечения. Разрезы. Сборочные чертежи.	Беседа, презентация, опрос, практическое задание.
<b>6</b>		8	3D моделирование и 3D печать.	Беседа, тест.

			Введение. Техника безопасности.	
<b>7</b>		12	КОМПАС-График: Создание, редактирование и трансформация графических объектов.	Беседа, практическая работа.
<b>8</b>		20	Моделирование объектов способом выдавливание.	Беседа, практическая работа.
<b>9</b>		16	Изучение и работа в программе Ultimaker Cura.	Беседа, практическая работа.
<b>10</b>		12	3D- принтер. Изучение конструкции. Разборка и сборка 3D- принтера.	Беседа, практическая работа.
<b>11</b>		18	Изготовление детали на 3D принтере.	Беседа, практическая работа.
<b>12</b>		6	Что такое FPV. Настройка, установка FPV – оборудования.	Беседа, опрос, практическое задание.
<b>13</b>		6	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	Беседа, практическое задание.
<b>14</b>		6	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	Беседа, практическая работа.
<b>15</b>		18	Пилотирование с использованием FPV- оборудования.	Практическое задание, учебный полет.
<b>16</b>		14	Пилотирование FPV дронов в	Практическое

			очках на дальних дистанциях с преодолением препятствий.	задание, учебный полет.
17		20	Работа в группах над инженерным проектом. Принципы создания инженерной проектной работы.	Самостоятельная подготовка групповых инженерных проектов.
18		20	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	Беседа, наблюдение за организаторскими и коммуникативными навыками.
19		10	Подготовка презентации собственной проектной работы.	Беседа, наблюдение за организаторскими и коммуникативными навыками.
20		10	Итоговый контроль. Презентация и защита группой собственного инженерного проекта.	Защита проекта
<b>Итого:</b>		<b>216</b>		

**Таблица 6.**

Количество учебных недель	36 недель
Количество учебных дней	1 год обучения (от 144 час. -72 дня) 2 год обучения (от 216 час. - 108 дней)

Даты начала и окончания учебного года	С 16.09.2024 для обучающихся 1 года обуч. 30.05.2025 г.
	С 02.09.2024 для обучающихся 2 года обуч. 31.05.2024 г.
Сроки промежуточной аттестации	входная- октябрь Промежуточная- декабрь Рубежная- май в конце 1,2 года обучения ДОП на 2 года
Сроки итоговой аттестации (при наличии)	в конце 2 года обучения (май)

## 2.2. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.

Таблица 7.

Аспекты	Характеристика
Материально-техническое обеспечение.	<p><b>Аппаратное и техническое обеспечение:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивная панель – 1 шт.;</li> <li>• Конструктор программируемого квадрокоптера с системой машинного зрения для изучения конструкции мультироторных беспилотных летательных аппаратов, их проектирования, сборки, обучения основам визуального пилотирования и основам программирования – 5 шт.;</li> <li>• Квадрокоптер тренировочный для FPV-полетов – 5 шт.;</li> <li>• Комплект приемник-передатчик (пульт радиоуправления), совместимый с конструктором квадрокоптером тренировочным для FPV-полетов</li> </ul>

Аспекты	Характеристика
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 5 шт.;</li> <li>• Квадрокоптер для видеосъемки, профессиональный – 1 шт.;</li> <li>• Зарядное устройство тип 2 – 5 шт.;</li> <li>• Ремкомплект, совместимый с конструктором программируемого квадрокоптера – 5 шт.;</li> <li>• Ремкомплект совместимый с наборами для самостоятельной сборки – 1 шт.;</li> <li>• Мобильный компьютер – 11 шт.;</li> <li>• Мышь – 11 шт.;</li> <li>• Стол ученический – 7 шт.;</li> <li>• Стул ученический – 14 шт.;</li> <li>• 3D-принтер – 1 шт.;</li> <li>• 3D-принтер двухэкструдерный – 1 шт.;</li> <li>• Набор аксессуаров для квадрокоптера для видеосъемки – 1 шт.;</li> <li>• Набор для работы с одноплатным компьютером – 2 шт.;</li> <li>• Камера для одноплатного компьютера – 2 шт.;</li> <li>• Конструктор квадрокоптера с расширенными возможностями программирования и роевого автономного полета – 1 шт.;</li> <li>• Шкаф-стеллаж для хранения оборудования тип 1 – 1 шт.</li> </ul> <p><b>Рабочее место наставника:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Системный блок – 1 шт.;</li> <li>• Монитор – 1 шт.;</li> <li>• Мышь компьютерная – 1 шт.;</li> </ul>

Аспекты	Характеристика
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Клавиатура – 1 шт.;</li> <li>• Единая сеть Wi-Fi.</li> </ul> <p><b>Расходные материалы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Пластик для 3D-принтера – 15 шт.</li> </ul>
Информационное обеспечение. Ссылки:	<a href="https://docs.geoscan.ru/pioneer/">https://docs.geoscan.ru/pioneer/</a> <a href="https://betaflight.com/docs/wiki/getting-started/setup-guide">https://betaflight.com/docs/wiki/getting-started/setup-guide</a> <a href="https://dronnews.ru/wp-content/uploads/2018/11/dji-mavic-2-zoom-1.pdf?ysclid=m35i1rq8n4804614770">https://dronnews.ru/wp-content/uploads/2018/11/dji-mavic-2-zoom-1.pdf?ysclid=m35i1rq8n4804614770</a> <a href="https://www.geoscan.ru/ru/software">https://www.geoscan.ru/ru/software</a> <a href="https://www.dji.com/ru/downloads">https://www.dji.com/ru/downloads</a> <a href="https://www.dronedeploy.com/">https://www.dronedeploy.com/</a> <a href="https://www.dronedeploy.com/">https://www.dronedeploy.com/</a> <a href="https://www.geoprofi.ru/">https://www.geoprofi.ru/</a> <a href="https://conf.racurs.ru/conf2024/">https://conf.racurs.ru/conf2024/</a> <a href="https://map.avtm.center/">https://map.avtm.center/</a> <a href="https://dobot.ru/gallery/Dobot%20MOOZ%20Plus%20(Ru)%20v1.1.pdf?ysclid=m35i55k9w8908513489">https://dobot.ru/gallery/Dobot%20MOOZ%20Plus%20(Ru)%20v1.1.pdf?ysclid=m35i55k9w8908513489</a> <a href="https://dobot.ru/series_mooz?ysclid=m35i4kdk2e524021266">https://dobot.ru/series_mooz?ysclid=m35i4kdk2e524021266</a>
Кадровое обеспечение.	Качин Артем Андреевич - Педагог дополнительного образования

### 2.3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ.

**Формами аттестации являются:** самостоятельная работа, творческая работа на основе проекта, беседа, опрос, соревнования, практические работы, защита проекта.

### 2.4. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

Таблица 8.

<b>Показатели качества реализации ДООП</b>	<b>Методики</b>
Уровень развития творческого потенциала учащихся	Учебно-методическое пособие «Мониторинг качества образовательного процесса в УДОД» Р.Д. Хабдаева, И.К. Михайлова
Уровень развития высших психических функций ребёнка	
Уровень развития социального опыта учащихся	
Уровень развития творческого потенциала учащихся	Методика «Креативность личности» Д. Джонсона
Уровень развития социального опыта учащихся	Тест «Уровень социализации личности» (версия Р.И.Мокшанцева)
Уровень сохранения и укрепления здоровья учащихся	«Организация и оценка здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений» под ред. М.М. Безруких
Уровень теоретической подготовки учащихся	Разрабатываются ПДО самостоятельно
Уровень удовлетворенности родителей предоставляемыми образовательными услугами	Изучение удовлетворенности родителей работой образовательного учреждения (методика Е.Н.Степановой)

## **2.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.**

### **Методы обучения:**

- Словесный
- Наглядный
- Объяснительно-иллюстративный
- Частично-поисковый

- Исследовательский
- Игровой
- Дискуссионный
- Проектный

**Формы организации образовательной деятельности:**

- Индивидуальная
- Индивидуально-групповая
- Групповая
- Практическое занятие
- Открытое занятие
- Беседа
- Соревнование
- Защита проекта
- Презентация
- Мастер-класс
- Мини-фестиваль
- Турниры

**Педагогические технологии с указанием автора:**

- Технология индивидуального обучения
- Технология группового обучения
- Технология коллективного взаимодействия
- Технология модульного обучения
- Технология дифференцированного обучения
- Технология дистанционного обучения
- Технология исследовательской деятельности
- Проектная технология
- Здоровье сберегающая технология.
- Информационно-коммукативная технология
- Личностно-ориентированное обучения

**Дидактические материалы:**

- Раздаточные материалы
- Инструкции
- Технологические карты
- Образцы моделей

### **3. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа:
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> (дата обращения 31.10.2016).
3. Ефимов. Е. Програмируем квадрокоптер на Arduino: Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения 31.10.2016).
4. Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010. 31.10.2016).
5. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения

6. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В.
7. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: [http://www.thg.ru/consumer/obzor\\_fpv\\_multicopterov/print.html](http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html)
8. 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
9. 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,
10. LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)
11. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
12. 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
13. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>