

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА кружка технического направления
«Кибер-Куб»

Срок реализации: 2 года

(136 часов) Возраст обучающихся: 12–16 лет

Режим занятий: 2 академических часа в неделю

Составитель:

Никитин Андрей Викторович

Пояснительная записка

Актуальность программы

Актуальность программы обусловлена стремительным развитием двух взаимосвязанных технологических направлений — беспилотной авиации и аддитивных технологий (3D-печати), которые в совокупности формируют новый уровень инженерно-технического образования подрастающего поколения.

Государственный приоритет. В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2023 г. № 1630-р утверждена Стратегия развития беспилотной авиации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года. Документ предусматривает формирование в России новой отрасли экономики, связанной с производством и использованием гражданских беспилотных аппаратов. В рамках национального проекта «Беспилотные авиационные системы» и его федерального проекта «Кадры для беспилотных авиационных систем» выстроена система подготовки специалистов — от школьной скамьи до университетских программ. По данным РБК, в ближайшие годы растущей отрасли потребуются минимум 30 тысяч специалистов: пилотов, инженеров, конструкторов, программистов, специалистов по обработке данных. Подготовка кадров начинается с привлечения обучающихся образовательных организаций к участию в программах по беспилотным авиационным системам уже в школьном возрасте.

Интеграция аддитивных технологий. В 2021 году в Российской Федерации разработана и утверждена Стратегия развития аддитивных технологий до 2030 года, в которой обозначена цель — обеспечение роста объёма российского рынка аддитивного оборудования, материалов и программного обеспечения. 3D-печать признана одним из четырёх преобладающих технологических

мегатрендов (по классификации К. Шваба), и многие страны разрабатывают концепции её внедрения в экономику и образование. Аддитивные технологии занимают лидирующее место в процессе создания конечного продукта и стремительно внедряются в инновационное производство, а также в образовательный процесс на всех уровнях — от общего до дополнительного образования детей.

Синергия двух направлений. Особенность настоящей программы — объединение 3D-моделирования и прототипирования с конструированием БПЛА в единый образовательный цикл.

Обучающийся проходит полный путь от цифровой модели до **实物**: проектирует деталь в САПР, печатает её на 3D-принтере, участвует в сборке беспилотного аппарата и его настройке. Такой подход формирует целостное инженерное мышление и даёт практический опыт, который невозможно получить в рамках традиционных школьных предметов.

Вовлечённость и мотивация. Исследования показывают, что применение аддитивных технологий в образовательном процессе повышает интерес обучающихся к инженерии и технике на 35%, активизирует познавательную деятельность, повышает мотивацию и формирует необходимые компетенции. Использование 3D-печати позволяет задействовать не только зрительный, но и тактильный отдел восприятия, что сокращает время освоения новых знаний, умений и навыков. Практика подтверждает: с освоением аддитивных технологий возрастает эффективность обучения и происходит интенсивное погружение в технические дисциплины, формирующие инженерное мышление.

Профессиональная ориентация. Программа создаёт условия для ранней профориентации в одной из самых быстрорастущих отраслей. На сегодняшний день подготовку специалистов в сфере БАС ведут 73 аккредитованных учебных заведения, включая МАИ, МФТИ, МГТУ им. Баумана, Университет Иннополис, Самарский университет. Вузы открывают профильные институты (например,

Институт беспилотной авиации на базе Тольяттинского государственного университета с сентября 2025 года) и бакалаврские программы по проектированию и эксплуатации БПЛА. Обучающиеся, освоившие программу кружка, получают базу для продолжения образования в технических вузах по направлениям «Беспилотные авиационные системы», «Аддитивные технологии», «Робототехника», «Мехатроника».

Новизна программы заключается в интеграции современных инновационных достижений в области малой беспилотной авиации и аддитивных технологий, а также в использовании цифровых образовательных инструментов — САПР, слайсеров, симуляторов полёта, программ настройки полётных контроллеров — в едином проектном цикле.

Направленность: техническая.

Уровень: базовый с элементами углублённого.

Срок реализации: 2 года.

Режим занятий: 2 академических часа в неделю, 34 недели в год, всего 136 часов.

Возраст обучающихся: 12–16 лет.

Наполняемость группы: 12–15 человек.

Цель: формирование у обучающихся инженерных компетенций — от 3D-моделирования и аддитивного производства до самостоятельной конструкции, сборки, настройки и пилотирования беспилотных летательных аппаратов.

Задачи:

- обучить работе в САД-программах и слайсерах;
- сформировать навыки подготовки моделей к печати, подбора материалов, постобработки;
- дать знания по аэродинамике, конструкции, электронике и программированию БПЛА;
- научить сборке, настройке и калибровке квадрокоптеров;
- развить навыки пилотирования;

- развить проектное мышление: от идеи через прототипирование к готовому изделию и лётным испытаниям.

Формы занятий: лекция/беседа, практикум, лабораторная работа, проектная деятельность, мини-соревнования, защита проектов.

Формы контроля: текущий (практические задания, чек-листы), промежуточный (мини-проекты по модулям), итоговый (проект + полётная демонстрация).

Планируемые результаты

Предметные:

- создаёт 3D-модели в CAD-программе и готовит их к печати;
- знает типы пластиков, параметры печати, дефекты и способы их устранения;
- понимает устройство БПЛА, назначение узлов и электроники;
- собирает и настраивает квадрокоптер, калибрует оборудование;
- пилотирует в ручном и полуавтоматическом режимах в безопасной зоне;
- проектирует и печатает собственные детали для БПЛА.

Метапредметные: планирование проекта, работа с технической документацией, командное взаимодействие, анализ ошибок, итеративная доработка конструкции.

Личностные: интерес к инженерному делу, ответственность при работе с техникой, соблюдение техники безопасности.

Структура курса

Год	Модули	Часы
1 год	3D-моделирование и основы печати	34
	Материалы, качество, проектная работа по 3D-печати; введение в	34

Год	Модули	Часы
	БПЛА	
2 год	Конструкция, электроника, сборка и настройка БПЛА	34
	Пилотирование, интеграция 3D-печати, итоговый проект	34
	Итого	136

Содержание модулей

Год 1. 3D-печать и введение в БПЛА

3D-моделирование и основы печати. Работа в CAD от примитивов к параметрическим моделям и сборкам. Слайсер: ориентация, заполнение, поддержки, скорость. Калибровка стола, потока, ретракта. Первые печати, анализ и постобработка.

Материалы, качество, проект, введение в БПЛА. PLA, PETG, ABS, TPU — подбор под задачу. Дефекты печати: диагностика и устранение. Проектная работа: от ТЗ до готовой детали с двумя итерациями. Переход к теме БПЛА: история, классификация, аэродинамика, правовые основы, обзор конструкции.

Год 2. Конструкция, сборка, пилотирование и итоговый проект

Конструкция, электроника, сборка, настройка. Детальный разбор всех узлов БПЛА: рама, моторы, ESC, полётный контроллер, аккумуляторы, радиосвязь. Чтение схем, разводка, пайка, проверка цепей. Прошивка и калибровка: Betaflight / INAV / ArduPilot. Настройка PID, режимов полёта, failsafe.

Пилотирование, интеграция 3D-печати, итоговый проект. Тренажёр на ПК → реальный полёт в ограждённой зоне. Висение, развороты, маршруты, полёт «носом от себя». Проектирование и печать функциональных деталей для БПЛА. Итоговый проект: полный цикл от ТЗ до лётных испытаний и защиты.

Учебно-тематический план (136 часов)

Год 1. 3D-печать и введение в БПЛА (68 часов)

3D-моделирование и основы печати (34 часа)

№	Тема	Теория	Практика	Всего
1.1	Вводное занятие. Техника безопасности при работе с 3D-принтером и электроникой	2	0	2
1.2	Организация рабочего места. Знакомство с оборудованием кружка	1	1	2
1.3	Знакомство с CAD-программой (Tinkercad / Fusion 360): интерфейс, примитивы	2	2	4
1.4	Операции: объединение, вычитание, перемещение, вращение, масштабирование	1	3	4
1.5	Параметрическое моделирование: размеры,	2	2	4

№	Тема	Теория	Практика	Всего
	отверстия, фаски, скругления			
1.6	Сборки: сопряжение деталей, посадки, допуски под печать	1	3	4
1.7	Экспорт моделей в STL, проверка геометрии	0	2	2
1.8	Слайсер: интерфейс, импорт модели, ориентация на столе	2	2	4
1.9	Настройки печати: высота слоя, заполнение, стенки, скорость, температура	2	2	4
1.10	Поддержки, адгезия, юбка, бортики; структура G-кода	1	1	2
1.11	Запуск и калибровка 3D-принтера: юстировка стола, поток, ретракт	1	1	2
1.12	Печать первых моделей, анализ результата, постобработка	0	2	2
	Итого за 1 полугодие	15	19	34

Материалы, качество, проект по 3D-печати; введение в БПЛА
(34 часа)

№	Тема	Теория	Практика	Всего
2.1	Типы филаментов: PLA, PETG, ABS, TPU — свойства и применение	2	0	2
2.2	Подбор параметров под материал: температура, обдув, скорость	1	3	4
2.3	Типичные дефекты печати и их устранение (деламинация, стрингинг, перекося, пузыри)	1	3	4
2.4	Кейс: печать одной детали из разных материалов — сравнение	0	2	2
2.5	Постановка проектной задачи: проектирование функциональной детали	1	1	2
2.6	Моделирование, подготовка к печати	1	3	4
2.7	Печать, тестирование, доработка, повторная итерация	0	4	4
2.8	Защита мини-проекта по 3D-печати	0	2	2
2.9	Введение в БПЛА: история, классификация, сферы применения	2	0	2

№	Тема	Теория	Практика	Всего
2.10	Аэродинамика мультиротора: тяга, подъёмная сила, центровка	2	0	2
2.11	Демонстрация готового БПЛА, разбор конструкции	0	2	2
2.12	Правовые основы: регистрация, зоны полётов, ответственность (кратко)	2	0	2
2.13	Обзорная лекция по конструкции БПЛА: рама, моторы, контроллер, аккумулятор	2	0	2
	Итого за 2 полугодие	14	20	34

Год 2. Конструкция, сборка, пилотирование БПЛА и итоговый проект (68 часов)

Конструкция, электроника, сборка и настройка (34 часа)

№	Тема	Теория	Практика	Всего
3.1	Рама: типы, материалы, геометрия, расчёт габаритов	1	1	2

№	Тема	Теория	Практика	Всего
3.2	Моторы и пропеллеры: подбор KV, тяги, размеров; направление вращения	2	0	2
3.3	ESC (регуляторы оборотов): назначение, подключение, протоколы	2	0	2
3.4	Полётный контроллер: функции, типы, датчики (гироскоп, акселерометр, барометр)	2	2	4
3.5	Аккумуляторы LiPo и Li-ion: характеристики (S, C, мА·ч), безопасность, хранение	2	0	2
3.6	Радиосвязь: аппаратура, приёмники, протоколы, телеметрия	1	1	2
3.7	Полезная нагрузка: камеры, подвесы, датчики	1	1	2
3.8	Чтение схем и разводка проводов на раме	0	2	2
3.9	Монтаж рамы, установка моторов	0	2	2
3.10	Установка полётного контроллера, ESC,	1	3	4

№	Тема	Теория	Практика	Всего
	подключение моторов			
3.11	Пайка разъёмов, подключение приёмника, проверка цепей мультиметром	1	3	4
3.12	Установка аккумулятора, балансировка, предполётная проверка	0	4	4
3.13	Прошивка полётного контроллера (Betaflight / INAV / ArduPilot)	1	3	4
3.14	Калибровка датчиков, настройка PID, режимы полёта, failsafe	1	3	4
	Итого за 1 полугодие	15	19	34

Пилотирование, интеграция 3D-печати, итоговый проект (34 часа)

№	Тема	Теория	Практика	Всего
4.1	Тренажёр на ПК (Liftoff / Velocidrone): основы управления	0	2	2
4.2	Тренажёр: висение, развороты, простые маршруты	0	2	2
4.3	Первый полёт: взлёт,	1	3	4

№	Тема	Теория	Практика	Всего
	зависание, посадка (в ограждённой зоне)			
4.4	Перемещение по осям, фигуры, ориентация «носом от себя»	1	3	4
4.5	Полёт по маршруту с препятствиями, точность посадки	0	4	4
4.6	Проектирование и печать деталей для БПЛА: крепления камеры, держатели антенн, защита пропеллеров	1	3	4
4.7	Испытание напечатанных деталей на прочность и вес, доработка	0	2	2
4.8	Сборка дронов с напечатанными элементами, проверка баланса и тяги	0	4	4
4.9	Выбор темы итогового проекта, формулировка ТЗ	1	1	2
4.10	Проектирование, моделирование, печать, сборка проекта	0	4	4

№	Тема	Теория	Практика	Всего
4.11	Лётные испытания, доработка, документирование	0	2	2
4.12	Защита проектов, полётные соревнования, награждение	0	4	4
	Итого за 2 полугодие	4	30	34

Сводная таблица по годам

Период	Теория	Практика	Всего
1 год	29	39	68
2 год	19	49	68
Итого	48	88	136

Материально-техническое обеспечение

- **Компьютеры** (1 на 1–2 обучающихся) с CAD-программой и слайсером.
- **3D-принтеры** — минимум 2–3 на группу.
- **Филаменты:** PLA, PETG (базовые), TPU (опционально).

- **Комплекты для сборки БПЛА:** рамы (250–450 мм), моторы, ESC, полётные контроллеры, приёмники, аккумуляторы LiPo, зарядные устройства, пропеллеры.
- **Аппаратура управления** (пульты) — совместимая с приёмниками.
- **Инструменты:** отвёртки, шестигранники, кусачки, паяльник, мультиметр, изолента, стяжки, нейлоновые стойки.
- **Тренажёры:** ПК с симулятором (Liftoff / Velocidrone) и игровой пульт.
- **Зона полётов:** ограждённая площадка, маркеры точек, коврики.
- **СИЗ:** защитные очки, перчатки.

Методические рекомендации

- **Логика курса:** 1 год закладывает фундамент 3D-печати и знакомит с БПЛА; 2 год — углубляется в конструирование и пилотирование, связывая оба направления в итоговом проекте.
- **Чередование теории и практики:** после 10–15 минут объяснения — практическое задание. Доля практики растёт от 56% в 1 году до 72% во 2 году.
- **Пилотирование** начинать с тренажёра — снижает риск поломок и формирует мышечную память.
- **Полёты** — только в ограждённой зоне, под контролем педагога.
- **Групповые проекты** (2–3 человека) снижают потребность в оборудовании и учат командной работе.
- **Безопасность LiPo:** отдельный инструктаж по хранению, зарядке и действиям при набухании/повреждении.
- **Итеративный подход:** каждая деталь и каждый дрон проходят цикл «спроектировал → собрал → протестировал → доработал».
- **Каникулярные паузы:** учесть школьные каникулы (осенние, зимние, весенние) — в эти недели занятия не проводятся, часы переносятся на следующие учебные недели.