

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН МУНИЦИПАЛЬНОЕ
АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА И ПРОФОРИЕНТАЦИИ»
НИЖНЕКАМСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Принята на заседании
педагогического совета
Протокол № 1
от «29» 08 2025 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор МАУ ДО «ЦТТиП» НМР РТ

М.А.Кирпичонок

Приказ № 160 от «29» 08 2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
Беспилотные летательные аппараты
(Вводный модуль)**

Направленность: техническая

Возраст обучающихся: 11-17 лет

Срок реализации: 1 год (144 часа)

Автор-составитель
Руотсалайнен Сергей Русланович,
педагог дополнительного образования

г. Нижнекамск, 2025 год

СОДЕРЖАНИЕ

1. Основные характеристики программы

- 1.1. Актуальность и направленность программы
- 1.2. Цель, задачи и сроки реализации программы
- 1.3. Ключевые компетенции при освоении программы
- 1.4. Адресат программы
- 1.5. Формы, методы и виды учебной деятельности
- 1.6. Режим проведения занятий

2. Структура программы

- 2.1. Объем программы и виды учебной работы
- 2.2. Структура программы
- 2.4. Учебно-тематическое планирование

3. Контроль освоения программы

- 3.1. Планируемые результаты освоения программы, требования к артефактам
- 3.2. Виды и формы контроля результатов освоения программы
- 3.3. Критерии оценивания

4. Условия реализации программы

- 4.1. Материально-техническое обеспечение программы
- 4.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Приложение

1.1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Направленность программы - техническая

Нормативно –правовое обеспечение

- 1.Федеральный закон об образовании в Российской Федерации от 29.12.2012 №273-ФЗ (с изменениями и дополнениями)
- 2.Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся»
- 3.Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года, утвержденная Распоряжением Правительства РФ от 31 марта 2022 г. №678-р
- 4.Федеральный проект «Успех каждого ребенка» в рамках Национального проекта «Образование», утвержденного Протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 3.09.2018 №10
- 5.Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 3.09.2019 №467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»
- 6.Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. №629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
7. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 5 августа 2020 года № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ».
- 8.СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденные Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. №28;
- 9.Методические рекомендации по реализации дополнительных

общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (Письмо Министерства просвещения от 31 января 2022 года № ДГ-245/06 «О направлении методических рекомендаций»)
10. Устав МАУ ДО «Центр технического творчества и профориентации» Нижнекамского муниципального района Республики Татарстан.

1.2 Актуальность и новизна программы

Робототехника и БПЛА успешно используются для решения прикладных задач в различных отраслях экономики, включая промышленность, сельское и лесное хозяйство, строительство, космическую отрасль и другие. Практика их применения позволяет автоматизировать процессы, установить внешний контроль, оперативно принять решение на основе критических данных (например, голодание растений (сельское хозяйство), высокая вероятность обрушений при поисковых работах (безопасность жизнедеятельности), сварочные работы в условиях космоса и пр.). Это в свою очередь снижает риск катастроф.

Применение знаний, умений и навыков в области робототехники и БПЛА на начальном этапе предполагает понимание концепции, общих вопросов устройства и возможностей использования для решения прикладных задач. Успешное освоение начальных знаний, умений и навыков в области робототехники и БПЛА возможно за счет применения технологии смешанной реальности, сочетающей физический и цифровой мир, тем самым обеспечивая взаимодействие между человеком, роботом и средой. Благодаря развитию систем компьютерного зрения, графической обработки и облачных вычислений, а также известным возможностям искусственного интеллекта, становление указанного уровня умений и навыков по созданию робототехники и БПЛА успешно осуществляется посредством VR-технологий.

Данный учебный опыт может стать фактором обоснованного выбора профессии и твёрдой основой для освоения базового уровня смежных специальностей. В

результате освоения программы, обучающиеся получают знания и умения, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА. Использование различных инструментов развития soft-skills у детей (игропрактика, командная работа) в сочетании с развитием у них hard-компетенций (workshop, tutorial) позволит сформировать у ребенка целостную систему знаний, умений и навыков.

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

1.3. Цели и задачи программы.

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

Задачи:

Образовательные задачи:

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

Развивающие задачи:

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной 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.

Воспитательные задачи:

- 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.

1.4 Адресат программы.

Программа ориентирована на дополнительное образование обучающихся 11-17 лет, интересующихся моделированием, конструированием, современными технологиями.

Режим занятий

Общий объем программы 144 академических часа. Длительность и количество занятий 2 раза в неделю по 2 академических часа (1 академический час равен 45 минутам, не включая перерыв).

Структура двухчасового занятия:

- 45 минут- рабочая часть
- 10 перерыв
- 45 минут-рабочая часть

Формы реализации – очная.

МАТРИЦА ДОПЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

У р о в н и	Критерии	Формы и методы диагнос тики	Методы и педагогичес кие технологии	Результаты	Методичес кая копилка дифференц ированных заданий
Ввод ный	<p><i>Предметные:</i></p> <p>-приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС; занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки; -сформированность навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.</p>	<p>Наблюдение в деятельности и Выполнение практически х заданий Соревнование Опрос</p>	<p>-лично-ориентированное обучение -технология индивидуального обучения (метод проектов). -проектные технологии. -педагогика сотрудничества -технология -КТД. -технология ТРИЗ. -проблемное обучение. -коммуникативная технология. -технология программированного обучения. -игровые технологии. -технологии развивающего обучения Методы и приемы: -беседа -дискуссии (круглые столы, дебаты, диспуты) -игры -ролевые игры (деловые) -тренинги (системы упражнений на взаимодействие в группе)</p>	<p>- сформированы базовые знания по авиации, аэродинамике, авиамоделированию; - сформированы основы теоретической и практической подготовки в создании и запуске радиоуправляемых моделей с использованием при их создании современных графических пакетов, станков с ЧПУ; - освоены основы создания чертежей в программе Компас 3D; -сформированы навыки работы с чертёжным, столярным и слесарным инструментом</p>	<p>КИМы Тесты, сборники практических заданий, Соревнования,</p>
	<p><i>Метапредметные:</i></p> <p>Сформированность у обучающихся самостоятельность в учебно-познавательной деятельности; развитие способности к самореализации и</p>	<p>Наблюдение в деятельности и Выполнение практически х заданий Соревнование. Опрос.</p>		<p>способность ставить и формулировать для себя цели действий, прогнозировать результаты, анализировать их; умение извлекать нужную</p>	

	<p>целеустремленности; сформированность 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.</p>	<p>Беседа.</p>	<p>-викторины -системы последовательных заданий -проекты -демонстрация -упражнение с объяснением и исправлением ошибок -метод многократного повторения -«делай как я» Методы обучения: 1. Словесный 2. Наглядный 3. Практический 4. Объяснительно-иллюстративный 5. Репродуктивный 6. Частично-поисковый).</p>	<p>информацию из разных видов источников, рефлексия (самооценка, самонаблюдение, самоконтроль)</p>	
	<p>Личностные: сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям; развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор; сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и</p>	<p>Наблюдение в деятельности, беседа</p>		<p>- Сформирован устойчивый интерес устройству и созданию сложных технических объектов; - сформирована потребность демонстрации и участия с сконструированными моделями в различных конкурсах и олимпиадах; - сформирована патриотическая личность,</p>	

<p>достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;</p> <p>-сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности</p>				<p>знающая вклад отечественных конструкторов и инженеров в мировое развитие техники.</p>	
---	--	--	--	--	--

3. Планируемые результаты освоения программы

Предметные образовательные результаты:

сформированы представления о разнообразии конструктивных особенностей и принципов работы квадрокоптеров;

сформированы умения работать с профильным программным обеспечением (инструментарием дополненной реальности, графическими 3Э-редакторами, визуальными студиями и компиляторами);

сформированы умения и навыки съемки и монтажа фото и видео;

сформированы навыки программирования;

сформированы умения и навыки наставничества через занятия техническим творчеством.

Метапредметные результаты:

сформирован интерес к техническим видам творчества; осознания социальной значимости применения и перспектив развития БЛА;

развиты по применению технологий виртуальной/дополненной реальности в решении конкретных задач;

Личностные результаты:

сформированы коммуникативные компетенции: навыков сотрудничества в коллективе, малой группе (в паре), участия в беседе, обсуждении;

сформировано чувство патриотизма.

2. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

2.1 Объем программы

1 год обучения		Количество часов
1 год	Вводный	144
Итого		144

2.2 УЧЕБНЫЙ ПЛАН ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

№ п / п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
ПЕРВЫЙ ГОД ОБУЧЕНИЯ					
1	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ. Истории развития летательных аппаратов	4	4	0	Опрос Беседа
2	Раздел 2. Технология дронов	30	2	28	Практика
3	Раздел 3. Симуляция дронов.	26	4	22	Практика
4	Раздел 4. Среда моделирования	32	4	28	Практика
5	Раздел 5. Компоненты дронов	10	2	8	Практика
6	Раздел 6. Автопилот и сборка дронов	14	4	10	Практика
7	Раздел 7. Дроны и искусственный интеллект	8	2	6	Практика
8	Раздел 8. Кейсы и компьютерный интеллект	20	4	16	Практика
	Итого первого года обучения	144	26	118	

2.3 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Тема 1. Введение (4 ч).

Рассказ о развитии беспилотных летательных аппаратов в мировом сообществе и в частности в России. Показ видеороликов о беспилотных аппаратах, их возможностях. Правила техники безопасности.

Тема 2. Технология дронов(30ч.)

Основные понятия беспилотных летательных аппаратов (БЛА), их свойства; Законодательство о применении воздушных летательных аппаратов; Элементы БЛА: фюзеляж, винтомоторная группа, системы управления, электроника и проч. Программное обеспечение контроллеров. Электроника. Полетный контролер. Архитектура дронов. Управление дронами.

Тема3. Симуляция БЛА, моделирование полета.(26ч.)

Основные симуляторы и их назначение. Прикладная программа Python. Основы языка программирования Python Симулирование полета и управлением аппаратом на компьютере посредством пульта управления, возможности автоматического полета.

Тема 4. Среда моделирования (32ч.) Симулятор управления БЛА, моделирование полета. Контроллер полетов. Элементы механики. Подготовка дронов. Развертывание проекта. Логические операторы на Python.

Элементы механики. Симулятор на основе Gazebo. 3D моделирование Комплектующие дронов Программирование модели в симуляторе на Fly Terminal

Раздел 5. Компоненты дронов(10ч.)

Изучение стенда БЛА и робототехнического оборудования. Датчики. Подсветка и сигнализация. Двигатели и сервоприводы. Среда программирования для Arduino. Язык программирования PYTHON.

Раздел 6. Автопилот и сборка дронов(14ч.)

Модули связи. Обмен данными. Автопилот. Сборка дрона. Функции автоматического возврата домой Видеопередатчики.

Раздел 7. Дроны и искусственный интеллект(8ч.)

Искусственный интеллект в робототехнике. Компьютерное зрение.

Раздел 8. Кейсы и компьютерный интеллект(20ч.)

Промышленные манипуляторы. БПЛА. Интернет вещей. Полетные задания. Использование и применение БЛА. Микроконтроллер (Arduino) Составление полетных заданий, программирование контроллеров. Обработка данных полученных с БЛА. Показательные полеты и соревнования БЛА.
Подведение итогов.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ.

Требования к результатам освоения программы:

Образовательная программа дает возможность каждому обучающемуся в результате ее прохождения овладеть знаниями, умениями, навыками и дает возможность выполнения проектных работ, общественно значимых для собственного города и региона. Формой отчетности является выполнение практических задач и последующая защита реализованного проекта.

В результате освоения образовательной программы обучающиеся должны освоить личностные, метапредметные и предметные компетенции:

Результат (освоенные компетенции)	Основные показатели оценки результат	Формы и методы контроля и оценки
<p>Личностные компетенции (SOFT)</p> <p>-сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;</p> <p>- развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;</p> <p>сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;</p> <p>сформированность способности к продуктивному общению и</p>	<p>- Рационально планирует и организует свою деятельность;</p> <p>- Выбирает оптимальный алгоритм деятельности;</p> <p>- Демонстрирует умения использования информационно – коммуникативных технологий в профессиональной деятельности</p>	<p>-демонстрация результата, участие в проектной деятельности;</p> <p>-экспертная оценка материалов, представленных на защиту проектов;</p> <p>-тестирование;</p> <p>-подготовка мультимедийной презентации и их оценивание</p>

<p>сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.</p>		
<p>Метапредметные компетенции (SOFT)</p> <ul style="list-style-type: none"> -сформированность у обучающихся самостоятельность в учебно-познавательной деятельности; -развитие способности к самореализации и целеустремлённости; -сформированность 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 	<p>В конце обучения по данному курсу обучающиеся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить сборку беспилотных летательных аппаратов на базе конструктора Arduino. • эксплуатировать (управлять) беспилотным летательным аппаратом в ручном и автономном режимах; • эксплуатировать навесное • получать фото- и видеоизображение с бортовых систем на видеомонитор; • обрабатывать полученные изображения в панорамные снимки или туры; • читать телеметрические данные и анализировать полетные данные; • работать с источниками информации (инструкции, литература, Интернет и др.); • выступать с творческими проектами на конкурсных мероприятиях различного уровня 	<ul style="list-style-type: none"> - участие в проектной деятельности; - тестирование; - публичная защита проектов; - наблюдение - соревнования
<p>Предметные компетенции (HARD)</p> <ul style="list-style-type: none"> -приобретение обучающимися знаний в области моделирования и конструирования БАС; -занятия по настоящей программе помогут обучающимся сформировать технологические навыки; -сформированность навыков современного организационно-экономического мышления, обеспечивающая 	<p>- В конце обучения по данному курсу обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • общенаучные и технические термины, теоретические основы создания беспилотных летательных систем и робототехнического навесного оборудования; • элементную базу, при помощи которой собирается устройство; • порядок взаимодействия механических узлов аппаратовс электронными и оптическими устройствами; 	<ul style="list-style-type: none"> - участие в проектной деятельности; - выполнение кейсов; - публичная защита проектов; - наблюдение; - тестирование; - участие в конференциях, выставках, конкурсах, соревнованиях и т.п.; - выполнение практических заданий:

<p>социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • порядок создания алгоритма функционирования • компьютерную среду и особенности программирования беспилотных летательных аппаратов и робототехнического навесного оборудования; • правила техники безопасности при работе с инструментом и электрическими приборами; • порядок и правила проведения соревнований по беспилотным летательным аппаратам и робототехническому навесному оборудованию; • основы воздушного законодательства РФ и порядка эксплуатации беспилотных летательных аппаратов. 	
--	---	--

Формы подведения итогов реализации программы

- творческие задания (подготовка проектов и их презентация).
- практические работы по сборке, программированию и ремонту квадрокоптеров;
- выполнение практических полётов (визуальных и с FPV);

Механизм отслеживания результатов

Контроль за освоением образовательного материала учащимися можно проходить в три этапа:

1. Входной мониторинг сформированности информационной компетентности учащихся.

2. Проведение промежуточных (текущих) контрольных срезов, тестов, практических работ, проектов, мини-соревнований и др.

3. Итоговый мониторинг сформированности информационной компетентности учащихся; участие учащихся в робототехнических соревнованиях различного уровня; создание творческих проектов для участия в конкурсах проектов и др.

В конце периода обучения проводится анализ качества данной программы (содержания и организационных моментов) и по необходимости проводится коррекция программы.

Критерии и способы определения результативности

Виды контроля:

- вводный, который проводится перед началом работы и предназначен для закрепления знаний, умений и навыков по пройденным темам;
- текущий, проводимый в ходе учебного занятия и закрепляющий знания по данной теме;
- итоговый, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки результатов:

- наблюдение за детьми в процессе работы;
- соревнования;
- индивидуальные и коллективные технические проекты.

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

3.1. Материально-техническое оснащение

Профильное оборудование:

- Набор для сборки квадрокоптера
- Комплект для полетов от первого лица
- Комплект для программирования коптера
- Коптер для начального знакомства, отработки азов пилотирования
- Коптер для обучение аэросъёмке, настройке и обслуживанию БАС
- Конвертоплан для обучения настройке, обслуживанию и эксплуатации БАС перспективных типов
- Фотокамера для установки на конвертоплан
- БАС для обучения азам пилотирования беспилотных самолетов
- Коптер для отработки навыков пилотирования, проведения аэросъёмки
- Знакомство с принципами 3D- печати

Компьютерное оборудование:

- персональный переносной компьютер (ноутбук) HP, 2 шт.
- персональный переносной компьютер (ноутбук) Lenovo, 1 шт.
- многофункциональное устройство, 1 шт.

Презентационное оборудование:

- проектор, 1 шт.

Основной набор (рама, запчасти, моторы, пропеллеры, регуляторы, полетный контроллер, радиоаппаратура, зарядка, аккумуляторы) Комплект для FPV-полетов

(камера, видеопередатчик, видеоприемник, антенны, мониторчик, батарейки.)

Комплект для изучения основ радиоэлектроники и программирования микроконтроллеров (бортовой компьютер, радиомодем, видеокамера, электроника, ПО)

3.2. Методическое обеспечение реализации программы

- Рабочая программа «Беспилотные системы»;
- Методические рекомендации по выполнению практических работ;
- Методические рекомендации по выполнению конструкторских и творческих проектов;
- Информационно-справочные материалы;
- Диагностические и контрольно-измерительные материалы;
- Обучающие компьютерные программы

4. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4.1. Список литературы, используемой педагогом

Основная:

- 1 Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырех винтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения 31.10.2016).
- 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. Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016).
- 5 Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3. Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата

обращения 31.10.2016).

- 6 7. Мартынов А.К. Экспериментальная аэродинамика. М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1950. 479 с. 13. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб: Питер, 2005. 337

Дополнительная литература

- 1 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 (дата обращения 31.10.2016).
- 2 Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения 31.10.2016).
- 3 Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2007. Pp. 225-229. 11. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2006. Pp. 3255-3260.
- 4 Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf (дата обращения 31.10.2016).
- 5 LIPO SAFETY AND MANAGEMENT: Режим доступа: <http://aerobot.com.au/support/training/lipo-safety> (Дата обращения 20.10.15)
- 6 Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 1994. P. 474.
- 7 Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2014. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021

4.2 Список литературы, рекомендованной учащимся для успешного освоения данной образовательной программы

1. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>
<https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>
<http://alexgyver.ru/quadcopters/>
2. Авиация. - <http://www.planers32.ru/>
3. Атлас авиации. - <http://aviaclub33.ru/>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
5. Обзоры квадрокоптеров www.youtube.com
6. <http://heliblog.ru/multikoptery/nachinaem-znakomstvo-s-kvadrokopterami.html>
7. квадрокоптеры видео <http://yandex.ru/video/>
8. <http://kvadrokoptery.com/>
9. <http://habrahabr.ru/company/nordavind/blog/181540/>
10. <http://quadrocopter.ru/>
11. <http://ardupilot-mega.ru/wiki/arducopter/build-your-own-multicopter.htm>

Техника безопасности при работе с электрическим оборудованием

Требования безопасности перед началом работы

Перед началом работы следует убедиться в исправности электропроводки, выключателей, штепсельных розеток, при помощи которых оборудование включается в сеть, его работоспособности,

Требования безопасности во время работы Во избежание повреждения изоляции проводов и возникновения коротких замыканий не разрешается перекручивать кабели вешать что-либо на провода, выдергивать штепсельную вилку из розетки за шнур (усилие должно быть приложено к корпусу вилки). Для исключения поражения электрическим током запрещается: часто включать и выключать компьютер без необходимости, прикасаться к экрану и к тыльной стороне блоков компьютера, работать на средствах вычислительной техники, периферийном оборудовании и авиамоделях мокрыми руками, работать на средствах вычислительной техники, периферийном оборудовании и авиамоделях, имеющих нарушения целостности корпуса, нарушения изоляции проводов, неисправную индикацию включения питания, с признаками электрического напряжения на корпусе, класть на средства вычислительной техники и периферийном оборудовании посторонние предметы. Запрещается под напряжением очищать от пыли и загрязнения электрооборудование.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправности немедленно обесточить электрооборудование, оповестить педагога. Продолжение работы возможно только после устранения неисправности. Во всех случаях поражения человека электрическим током или получении механической травмы немедленно вызывают врача. До прибытия врача нужно, не теряя времени, приступить к оказанию первой помощи пострадавшему. При необходимости начать производить искусственную вентиляцию лёгких, а также наружный массаж сердца. ИВЛ пораженному электрическим током производится до появления дыхания или прибытия врача.

Техника безопасности при работе с беспилотными летательными аппаратами

Дроны стали неотъемлемой частью нашей жизни во всем мире, как смартфон. Развитие технологий и снижение стоимости беспилотных летательных аппаратов привело к тому, что остро встает вопрос о получении и повышении навыков пользования коптерами. Две важные составляющие этой безопасности - безопасное пилотирование дрона и умелое обращение с самим летательным аппаратом. Сочетание этих двух навыков и гарантирует безопасность полетов.

1) Основное правило безопасности. Первое и самое важное - безопасность людей. Соблюдение элементарных правил техники безопасности. Не стоит браться за

управление летательным аппаратом пока вы не чувствуете уверенность в своих навыках. Последствия халатного отношения к данному правилу может привести к возникновению опасной ситуации для того, кто управляет аппаратом или для окружающих. Первые полеты следует проводить с инструктором, на открытом пространстве и на небольшой высоте и удалении. Сбои могут возникнуть из-за ошибки пилота, аппаратного или программного сбоя. У Вас должно быть достаточно силы тяги (мультикоптер должен взлетать при 50% стика газа);

Если Вы не справляетесь с управлением, автопилот может потребовать больше тяги, чем доступно. Иначе это приведёт к потере стабилизации полета.

3) Во время учебных полетов не рекомендуется использование жестких и острых деталей (пропеллеров и рамы). Карбон и стекловолокно не поддаются разрушению, это может быть небезопасно при контакте с препятствием.

4) При производстве полётов, нужно: - убедиться в достаточном безопасном расстоянии зоны полётов от присутствующих людей; - убедиться, что никто не находится между Вами и летательным аппаратом (зрители должны быть позади пилота); - при любой аварийной ситуации немедленно прекратить полёт и совершить посадку. Внимание! При полном газе средний мультикоптер может развить скорость в 32 км/ч. Полёт рядом с людьми – это угроза их здоровью

5) Кабель батареи подключать к основной плате только после полной готовности к полету.

6) Передатчик включать, только убедившись в том, что ручка газа находится в нулевом положении

7) После приземления БПЛА немедленно отключить питание.

8) Не выключать передатчик, пока не обесточен летательный аппарат.

9) Настройку и тестирование модели производить со снятыми пропеллерами

10) Не подбирайте аппарат до полной остановки винтов и отключения питания силовой установки.

11) Рассчитывать время полёта БПЛА, чтобы избежать падения модели в результате обесточивания. Сохраняйте мощность для совершения посадки.

12) Важно помнить, что при аварии БПЛА, вынужденной посадке или потере управления летательным аппаратом необходимо: - бросить полотенце на пропеллеры, так как они могут начать крутиться неожиданно; - немедленно отключить аккумулятор.

13) Необходимо изучать законодательство РФ: - при использовании мультикоптера на открытой площадке в населённом пункте (при отсутствии специально отведённого места) избегайте вторжения в частную личную жизнь находящихся в зоне полётов людей и частной собственности.

Контрольно-измерительные материалы
по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе
технической направленности
БПЛА (вводный уровень)

1.1 Задания для оценки дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы по текущему контролю, промежуточному и итоговому контролю

1. Какие элементы обязательно должны быть на гоночном БПЛА?
2. Каким качествам должен отвечать гоночный дрон?
3. Какие компоненты можно облегчить?
4. От каких компонентов для гонок можно отказаться и какие заменить?
5. Каким должен быть воздушный винт гоночного БПЛА по сравнению с БПЛА для видеосъёмки?
6. Какие необязательные для гонок элементы нам понадобятся для обучения пилотированию?
7. Что будет если поставить к электромотору подключить слишком большой пропеллер?
8. Что будет, если поставить пропеллер такой же по диаметру, но с другим шагом?
9. Что будет, если на электромотор поставить слишком маленький пропеллер?
10. Что будет, если поставить пропеллер из другого материала?
11. Что будет, если обрезать концы винта?
12. Что будет, если пропеллеры будут вращаться в одну сторону?
13. Что будет, если не выполнил балансировку пропеллеров?
14. Что будет, если увеличить шаг пропеллера?
15. Что будет, если пропеллер будет иметь 3 лопасти?
16. Что будет, если пропеллер сделан из толстого материала?
17. Что будет если управлять БПЛА слишком резко?
18. В каком полётном режиме лучше всего управлять для фотосъёмки?
19. В каком полётном режиме лучше всего делать трюки?
20. Что будет если попытаться пройти трассу в неудачном полётном режиме?
21. Что будет, если не откалибровать или откалибровать неправильно БПЛА перед взлётом?
22. Что будет лучше - лететь быстро или аккуратно?
23. На какой высоте лучше проходить трассу?
24. Что будет, если один из электромоторов сломается?
25. Как работает система RTK?
26. Как рассчитать тягу воздушного винта, от чего она зависит?
27. Как рассчитать максимальную теоретическую скорость квадрокоптера, от чего она зависит?
28. Расскажите о разных типах БПЛА
29. Какие технологии компьютерного зрения применяются в беспилотной авиации? Как можно применять библиотеку Open CV?

30. Какие технологии навигации возможно использовать в помещениях и почему?

Оценка результатов выполнения тестов различной сложности

СТ \ %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
ТР	«5»		«4»		«3»		«2»		«1»		
ТБ	«5»			«4»		«3»		«2»		«1»	
ТП	«5»				«4»		«3»		«2»		

1.2 Контрольная работа

Форма контрольной работы:

Демонстрация работы БПЛА в полетной зоне в соответствии с требованиями организации демонстрационного экзамена по компетенции «Эксплуатация беспилотных авиационных систем».

Оценивается контрольная работа по 10-балльной шкале.

Критерии оценки контрольной работы

Баллы	Показатели оценки
1	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (фактов, терминов, инструктивных указаний, действий и т.д.)
2	Различение объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде, и осуществление соответствующих практических действий
3	Воспроизведение части программного учебного материала по памяти (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), осуществление умственных и практических действий по образцу
4	Воспроизведение большей части программного учебного материала по памяти (определений, описание в устной или письменной формах объектов изучения с указанием общих и отличительных внешних признаков без их объяснения), осуществление умственных и практических действий по образцу
	Осознанное воспроизведение значительной части программного учебного материала (описание объектов изучения с указанием общих и отличительных существенных признаков без их объяснения), осуществление умственных и практических действий по известным правилам или образцу
6	Осознанное воспроизведение в полном объеме программного учебного материала (описание объектов изучения с элементами объяснения, раскрывающими структурные связи и отношения), применение знаний в знакомой ситуации по образцу путем выполнения практических упражнений, задач, заданий
7	Владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (описание и объяснение объектов изучения, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики, выполнение упражнений задач и заданий по образцу, на основе предписаний)

8	Владение и оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развернутое описание и объяснение объектов изучения, раскрытие сущности, обоснование и доказательство, подтверждение аргументами и фактами, формулирование выводов, самостоятельное выполнение заданий)
9	Оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (применение учебного материала как на основе известных правил, предписаний, так и поиск нового знания, способа решения учебных задач, выдвижение предположений и гипотез, наличие действий и операций творческого характера при выполнении заданий)
10	Свободное оперирование программным учебным материалом, применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельные действия по описанию, объяснению объектов изучения, формулированию правил, построению алгоритмов для выполнения заданий, демонстрация рациональных способов решения задач, выполнение творческих работ и заданий)

1.3 Промежуточная аттестация

Тест по теме «Беспилотные мультиторные системы»

1. Какие преимущества БЛА над пилотируемыми летательными аппаратами вам известны?

- А) Обслуживание БЛА намного дешевле обслуживания пилотируемого летательного аппарата.
- Б) Беспилотному летательному аппарату не требуется большая посадочная площадка, достаточно от 100 до 600 метров.
- В) Беспилотный летательный аппарат имеет большие габариты, чем пилотируемый летательный аппарат.
- Г) Затраты на обучение и подготовку пилотов БЛА намного меньше, чем аналогичные затраты на пилотируемые ЛА.

2. Кто предложил в 1910 году создать летательный аппарат управляемый не человеком, а часовым механизмом?

- А) Братья Уилбур и Орвил Райт.
- Б) Чарльз Кеттеринг.
- В) Никола Тесла.
- Г) Чачикян Рубен.

3. Для чего применялись радиоуправляемые беспилотники в 1941 году?

- А) Для мониторинга нефтегазовых объектов.
- Б) Для патрулирования зон.
- В) В качестве беспилотников для уничтожения мостов и других стратегических объектов.
- Г) Для инспектирования строительных работ.

4. Какого типа БПЛА не существует?

- А) аэродинамический.
- Б) аэростатический.
- В) Реактивный.
- Г) Флювиогенный.

5. Какие летательные аппараты относят к вертолетному типу?

- А) Винтокрыл
- Б) Автожир
- В) Конвертоплан
- Г) Дирижабль

6. Что из нижеперечисленного не является преимуществом БПЛА?

- А) Высокая мобильность.
- Б) Отсутствие жестких требований к стартовой площадке.
- В) Сигналы GPS навигаторов, как и любые сигналы, принимаемые/отсылаемые БПЛА, можно перехватывать и подменять.

Г) Минимальная аудиовизуальная заметность, возможность ведения скрытого наблюдения.

6. Какое число винтов не может быть на мультикоптере?

А) 6 Б) 7 В) 4 Г) 5

7. Что из нижеперечисленного относится к модификациям мультикоптера?

А) Телеметрия. Б) Полётный контроллер
В) Пульс управления Г) Винтомоторная группа.

5. Что позволяет система OSD?

А) Сбрасывание предметов различного назначения. Б) Позволяет катапультироваться с борта.
В) Позволяет увидеть расположение стартовой площадки коптера.
Г) Помогает поднимать небольшие грузы и доставлять их в пункт назначения.

6. Какие факторы относятся к перспективам развития БПЛА?

А) Тенденция к росту процента боевых вылетов БПЛА в будущем сохранится.
Б) БЛА будут использоваться для подъема специального оборудования в экстремальных ситуациях.
В) Мультироторы будут чаще использоваться в съемках СМИ
Г) БЛА будут использовать в качестве стендовых макетов.

7. Какие компоненты, входящие в состав литиевых аккумуляторов, утилизируются?

А) Электролит, содержащий соли лития.
Б) Никель и кадмий.
В) Корпус из полистирола. Д) Алюминий и медь.

8. Для чего применяется лом алюминия? А) Производство глубокой штамповки.

Б) Выпуск продукции для электротехнических целей как проводника. В) Для деталей камер сгорания.
Г) Производство пищевой тары.

Тест по теме «Проектирование и компоновка мультироторного БПЛА (коптера)»

1. Исходя из чего, стоит планировать проектирование мультироторного беспилотника?

а) Исходя из планируемой загрузки
б) Скорости
в) Стабильности
г) Из всего перечисленного

2. Какое главное преимущество мультиротора по сравнению с другими видами беспилотников (самолёты, крылья и тд)?

а) Скорость
б) Стабильность
в) Продолжительность полёта г) Дешевизна

3. Какого типа мультироторов не существует:

а) Соосный октокоптер конфигурации «Х» б) Квадрокоптер конфигурации «+»
в) Соосный трикоптер конфигурации «У» г) Гексакоптер конфигурации «У»

4. Какой материал рамы будет наименее надёжным? а) Металл

б) ABS-пластик в) Карбон
г) Пластмасса

5. Какой материал для рамы лучше всех подвергается обработке:

а) Карбон б) Пластмасса в) ABS-пластик г) Металл

6. Какие типы двигатели наиболее предпочтительные для грузовых беспилотников:

а) Двигатели внутреннего сгорания

б) Электродвигатели

в) Оба. Зависит от требуемой стабилизации г) Ни один не подходит

7. Какой вид электродвигателя выдаёт наибольшее число оборотов?

а) Коллекторный

б) Безколлекторный

в) Оба. Зависит от их мощности г) Оба. Зависит от их КПД

8. Для чего в основном используется микроэлектронные компоненты в мультироторе.

а) Для повышенной стабилизации

б) Для усиления мощности двигателей

в) Для дополнительных возможностей

г) Для последующей модификации.

9. В каком случае, нельзя использовать систему видео-передачи для беспилотника?

а) Частота видео передачи будет ниже частоты управляющего сигнала

б) Частота видео передачи будет равно частоте управляющего сигнала в) Частота видео передачи будет выше частоты управляющего сигнала г) Ни в одном из случаев

10. Сколько каналов требуется для базового управления мультиротора?

а) 2 б) 4 в) 6 г) 8

11. Что наиболее важно учитывать при выборе регулятора скорости двигателей?

а) Их подключение

б) Двигатели с которыми они будут работать в) Их рабочий ток

г) Их напряжение.

12. От чего зависит напряжение аккумулятора?

а) От его ёмкости

б) От его максимального разрядного тока в) От размера аккумулятора

г) От количества ячеек (банок)

13. Как правильно подключаются двигатели к источнику питания?

а) Последовательно

б) Параллельно

в) По кругу

г) Комбинированно

14. Когда следует выполнять проектирование (чертёж) рамы мультиротора?

а) До подбора компонентов б) После подбора компонентов

в) Во время подбора компонентов г) Когда угодно

15. Зачем следует проводить объёмный чертёж рамы?

а) Просто так

б) Для красоты

в) Для точной резки ЧПУ станка

г) Для дополнительного контроля чертежа

Тест по теме «Техническая спецификация и характеристики БПЛА»

1. Зачем нужно акетирование?

- А) Собрать мотор
- Б) Сделать лучи для квадрокоптера
- В) спроектировать бедующую раму квадрокоптера
- Г) Построить 3D модель

2. Где стоит ставить полетный контроллер?

- А) По центру рамы
- Б) На центре тяжести рамы
- В) В любом месте
- Г) Нужно поставить оптимально, так чтобы дотягивались все провода

3. Как изменить направление вращения винтов?

- А) Перевернуть винт
- Б) Поменять 2 провода местами
- В) Заменить регуляторы
- Г) Никак

4. Что мы подключаем к полетному контроллеру?

- А) Моторы
- Б) Винты
- В) Регуляторы
- Г) Аккумулятор

5. Можно ли скручивать провода для быстрой сборки коптера?

- А) Да
- Б) Нет
- В) В некоторых случаях

6. Стоит ли ставить выключатель питания на коптер?

- А) Да.
- Б) Не в коем случае
- В) Можно, но эффективность его будет маленькая
- Г) Таких выключателей не существует

7. Что лучше использовать в качестве изоляции проводов?

- А) Термоусадка
- Б) Термопара
- В) Трубка Пита
- Г) Пайка

8. Зачем нужна балансировка винтов

- А) Для снижения вибраций
- Б) Для увеличения винта
- В) Для утяжеления винта
- Д) Для увеличения вибраций

9. Чем полетный контроллер отличается от приемника?

- А) Полетный контроллер принимает сигнал с передатчика, а приемнику управляет всей электроникой коптера.
- Б) Полетный контроллер управляет всей электроникой на коптере, а передатчик как дополнительная функция
- В) Полетный контроллер умеет и принимать сигналы и передавать сигналы и управляет всей электроникой, передатчик ни к чему.
- Г) Передатчик принимает сигнал с пульта, а полетный контроллер управляет всей электроникой на квадрокоптере.

10. Если мотор выдает около 20 Ампер, на сколько ампер нужно приобрести регуляторы?

- А) 20 Ампер
- Б) 21 Ампер
- В) 19 Ампер
- Г) 35 Ампер

11. С чего в первую очередь следует начинать в сборку квадрокоптера?

А) С лучей Б) С рамы В) С шасси г) С расстановки электроники

Тест по теме «Полетная подготовка коптера»

1. Что самое главное в полётах?

а) Умение падать б) Умение летать
в) Работать пилотом г) Знать виды авиации

2. Что необходимо сделать для предотвращения короткого замыкания?

а) Разбить беспилотник на части и подать напряжение
б) Собрать раму в) Продать коптер
г) Прозвонить компоненты

3. Чем можно осуществить прозвон?

а) Мультиметром б) Аккумулятором
в) Пальцами г) Не нужно ничего делать

4. Сколько должно быть двигателей у коптера

а) Не более 8 в) Четное количество
б) Все равно сколько г) Столько, сколько лучей

5. Что такое система FPV?

а) Система стабилизации
б) Система видео
в) Система питания
г) Система самоуничтожения

6. С какой поверхности стоит запускать беспилотник

а) С размаху руки в) С наклонной
б) С вертикальной г) С горизонтали

7. Что сначала необходимо включать по технике безопасности

а) Пульт б) Воображение в) Коптер г) Антенну

8. Что нужно брать с собой на полёты кроме коптера и передатчика?

а) Ремкомплект и аккумулятор
б) Карту
в) Разрешительную документацию
г) Запасной пульт

9. Если просел аккумулятор, что не нужно делать?

а) Отложить в антивзрывной пакет
б) Отсоединить от коптера
в) Поставить заряжать или выбросить
г) Утилизировать

10. Что нужно делать во время полётов?

а) Показывать как ты можешь
б) Следить за коптером во время полёта
в) Смотреть на людей вокруг
г) Сажать коптер

11. Что можно не учитывать во время полёта?

а) Окружающее пространство
б) Деревья вокруг
в) Магнитные бури
г) Погоду

12. Может ли коптер продолжать полет с отказавшим двигателем?

а) Если только с противоположной стороны отключится

- б) Если их более 4
- в) Если перезапустить двигатели
- г) Перезапустить пульт

13. Можно ли летать на неисправном коптере?

- а) Можно
- б) Можно, если двигатели крутятся исправно
- в) Можно, если не горит
- г) Нельзя

14. Можно гарантировать 100% работу коптера?

- а) 100% можно
- б) Нельзя, т.к. никто не застрахован от случайности
- в) Можно, если он покупной
- г) Если работает, то можно