

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА «СИНТЕЗ» ПГТ. ШАХТЁРСК
УГЛЕГОРСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

ПРИНЯТО
На заседании Педагогического
совета
Протокол № 4 от 20.05.2024



А. С. Денисенко
Приказ № 01-18/196 от 06.06.2024

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа
«Квадрокоптеры»**

Направленность программы: техническая
Уровень программы: стартовый
Адресат программы: 11-14 лет
Срок реализации: 9 месяцев

Автор-составитель:
Туянина Наталья Владимировна,
педагог дополнительного образования

пгт Шахтерск, 2024

1. Целевой раздел.

1.1. Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа (далее Программа) «Квадрокоптеры» (стартовый уровень) разработана в соответствии с нормативно-правовой базой:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ;
- Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030»;
- Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;
- Паспорт Национального проекта «Образование», утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 №16;
- Постановление Правительства РФ от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы» в редакции от 28.12.2022;
- Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 № 678-р «Об утверждении концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12.11.2020 № 2945-р «Об утверждении Стратегии развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Приказом Минпросвещения России от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;
- Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.03.2016 № ВК-641/09 «Методические рекомендации по реализации адаптированных дополнительных общеобразовательных программ, способствующих социально-психологической реабилитации, профессиональному самоопределению,
- детей с ограниченными возможностями здоровья, включая детей-инвалидов, с учетом их особых образовательных потребностей»;

Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»);

Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.08.2015 № АК-2563/05 «О методических рекомендациях» (вместе с «Методическими рекомендациями по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ»);

Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.12.2006 № 06-1844 «О Примерных требованиях к программам дополнительного образования детей»;

Распоряжением министерства образования Сахалинской области от 22.09.2020 № 3.12-902-р «Об утверждении концепции персонифицированного дополнительного образования детей в Сахалинской области».

Актуальность программы: современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА). Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт, что создало необходимость в новой профессиональной ориентации в области БПЛА. Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать беспилотные летательные аппараты, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над техническими проектами актуальными для современной экономики областного региона.

Направленность программы: техническая.

Тип программы: одноуровневая, модульная.

Новизна программы: заключается в том, что она направлена на развитие навыков обучающихся в области сборки, конструирования, пилотирования, программирования БПЛА мультироторного типа.

Адресат программы: обучающиеся 10-14 лет.

Обучение предполагается в группах до 10 человек. В группу принимаются обучающиеся у которых нет специальной подготовки и определенных знаний.

Формы обучения: очная с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Методы обучения:

- словесные (беседа, рассказ, лекция, объяснение);
- наглядные (демонстрация);
- практические (распознавание и определение объектов, наблюдение);
- проблемное обучение (с использованием кейсов);
- метод проектов.

Формы организации деятельности:

- индивидуальная;
- работа в малых группах.

Виды занятий:

- теоретические занятия;
- практические занятия.

Режим занятий: 1 занятие в неделю продолжительностью 1 академический час.

Структура двухчасового занятия:

40 минут – рабочая часть.

Объем и сроки реализации: 34 часа, 1 год.

Цель программы: получение обучающимися первоначальных знаний, умений и навыков в области моделирования, конструирования, пилотирования и программирования БПЛА мультироторного типа.

Задачи программы:

Обучающие:

- сформировать у обучающихся начальные знания, умения и навыки в области аэродинамики, моделирования и конструирования БПЛА мультироторного типа;
- познакомить с основным устройством БПЛА мультироторного типа, его элементами и составляющими;
- сформировать начальный навык работы с техническими устройствами;
- сформировать начальный навык пилотирования БПЛА мультироторного типа на практике.

Развивающие:

- развивать у обучающихся чувство ответственности, внутренней инициативы, самостоятельности;
- развивать интерес к БПЛА;
- развивать творческие способности обучающихся, посредством работы с БПЛА;
- развивать технические, инженерные и конструкторские навыки.

Воспитательные:

- развивать умение работать в паре и в коллективе;
- сформировать у обучающихся стремления к получению качественного законченного результата;
- воспитать ценностное отношение к информационным технологиям, как востребованному направлению в современном мире;
- формировать основы профессионального самоопределения обучающихся.

Планируемые результаты

Личностные:

- сформированы потребности к мотивации достижений и ценностной ориентации;
- становление профессионального самоопределения в выбранной сфере профессиональной деятельности.

Метапредметные:

- сформированы коммуникативные навыки, умения работать в команде, умения рационально распределять роли при работе в команде;
- сформированы основные познавательные действия: проведение сравнений, классификация по заданным критериям; осуществление поиска необходимой информации для выполнения учебных заданий, в том числе с помощью компьютерных средств; выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий;

сформированы умения оценивать степень успешности своей индивидуальной образовательной деятельности.

Предметные:

- сформированы начальные знания, умения и навыки в области аэродинамики, моделирования и конструирования БПЛА мультироторного типа;
- сформированы начальные знания об основных элементах устройствах БПЛА мультироторного типа;
- сформированы начальные навыки работы с техническими устройствами;
- сформированы начальные навыки пилотирования БПЛА на практике.

2. Содержательный раздел

2.1 Учебный план

№ п/п	Название модуля, тема	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
Входной контроль		1		1	Тест (Приложение 1)
Модуль 1.	Введение в программу (Приложение 3)	5	4	1	
Тема 1.1.	Вводная лекция о содержании курса. Правовые основы. Техника безопасности.	1	1		
Тема 1.2.	История летательных аппаратов (в том числе БПЛА)	1	1		
Тема 1.3.	Основные понятия в аэродинамике	1	1		
Тема 1.4.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения.	2	1	1	
Модуль 2.	Основы электричества (Приложение 4)	13	6	7	
Тема 2.1.	Основные понятия электричества. Светодиод. Работа с мультиметром. Тактовая кнопка.	2	1		
Тема 2.2.	Переменное сопротивление. Транзистор. Конденсатор.	2	1	1	
Тема 2.3.	Последовательное и параллельное соединение проводников. Делитель напряжения. Вольтамперная характеристика.	2	1	1	
Тема 2.4.	Аккумуляторы. Литий-полимерный аккумулятор.	2	1	1	
Тема 2.5.	Основы пайки. Варианты коммутации.	3	1	2	
Тема 2.6.	Проектная деятельность. Алгоритмы создания проектов.	2		2	
Модуль 3.	Устройство и принцип работы БПЛА мультироторного типа (Приложение 5)	7	5	2	
Тема 3.1.	Управление полётом. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	2	2	1	
Тема 3.2.	Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели. Плата разводки питания	2	1		
Тема 3.3.	Рама квадрокоптера. Электронный регулятор скорости (ESC). Виды, материалы, сборка. Настройка полетного	2	1		

	контроллера и аппаратуры управления.				
Тема 3.5.	Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.	1	1	1	
Модуль 4.	Визуальное пилотирование (тренировочные полеты на симуляторе) (Приложение 7)	8	3	5	
Тема 4.1	Исследование проблем в современной беспилотной авиации и вариантов их решения	2	1		
Тема 4.2	Аппаратура радиуправления БПЛА	1			
Тема 4.3	Основные полётные режимы – Arm/Disarm, Stab, Acro, Horizont. Полёт на симуляторе	1	1	1	
Тема 4.4	Полёт на симуляторе с отработкой элементов пилотажа	1		1	
Тема 4.5	Отработка полётов вперед – назад и влево-вправо. Выполнение простых фигур пилотажа. Полёт боком к себе	1		1	
Тема 4.6	Выполнение простых фигур пилотажа. Полёт по кругу. Гонка дронов	2	1	1	
Итоговый контроль				2	Тест (Приложение 1)
Итого		34	18	16	

2.2 Содержание учебной программы

№ п/п	Тема	Теоретическая часть	Практическая часть
Входной контроль (1 час) – тест (Приложение 1)			
Модуль 1. Введение в программу (5 часов)			
Тема 1.1.	Вводная лекция о содержании курса. Правовые основы. Техника безопасности.	Техника безопасности и противопожарной безопасности при работе в кабинете Правила использование БПЛА	
Тема 1.2.	История летательных аппаратов (в том числе БПЛА)	История развития летательных аппаратов в России . Хронология развития БПЛА в мире	
Тема 1.3.	Основные понятия в аэродинамике	Основные понятия в аэродинамике	Создание понятийного кластера по аэродинамике
Тема 1.4.	Проектная деятельность. Поиск проблем для решения.	Понятие проекта, его отличительные особенности. Виды проектов. Необходимость проектной деятельности в современном мире.	Разработка карты целей в проектной деятельности. Планирование проектной деятельности.
Модуль 2. Основы электричества (13 часов)			
Тема 2.1.	Основные понятия электричества. Светодиод. Работа с мультиметром. Тактовая кнопка.	Закон Ома. Светящийся диод. Устройство, режимы работы, функционал мультиметра. Устройство тактовой кнопки. Светодиод с активацией по кнопке. Светодиод с активацией по кнопке и измерение характеристик с помощью мультиметра.	Работа в группах, индивидуальная работа с ПО. Светящийся диод и расчет характеристик. Два светящихся диода, соединенных последовательно, с расчетом характеристик. Измерение характеристик с помощью мультиметра. Передача сообщений посредством азбуки Морзе.
Тема 2.2.	Переменное сопротивление. Транзистор. Конденсатор.	Реостат и потенциометр, их назначение и применение.	Работа по регулированию яркости светодиода. Сборка схемы с тактовой кнопкой и потенциометром. Измерение характеристик с помощью мультиметра при разных положениях потенциометра. Описание и разновидности транзисторов и конденсаторов. Построение цепи на основе биполярного транзистора. Построение цепи на основе полевого транзистора. Регулирование вращения моторов с

			помощью транзистора. Сборка электрической цепи с конденсатором. Сборка электрической цепи с конденсатором и тактовой кнопкой.
Тема 2.3.	Последовательное и параллельное соединение проводников. Делитель напряжения. Вольтамперная характеристика.	Характеристики и особенности соединения проводников.	Составление расчета (возможности, сопротивления, силы тока) электрической цепи. Сборка схемы с двумя резисторами и светодиодом – параллельное и последовательное соединение. Расчет электрической цепи и выводы. Расчет максимально возможного количества светодиодов, которых можно подключить последовательно к электрической цепи 5В и 0.5А. Сборка схемы с 3 светодиодами, соединенным параллельно. Сборка схемы с тактовой кнопкой и светодиодами, соединенным параллельно.
Тема 2.4.	Аккумуляторы. Литий-полимерный аккумулятор.	Устройство аккумуляторов, правила эксплуатации, хранения, техника безопасности.	Составление расчета емкости. Последовательное соединение, выявление закономерностей. Параллельное соединение, выявление закономерностей. Запись и зарисовка в тетради, просмотр видеофильмов и презентаций. Изучение технических объектов
Тема 2.5.	Основы пайки. Варианты коммутации.	Основы для начинающих, технология, виды и материалы, тонкости. Безопасные и эффективные виды соединений без пайки	Вариативные практические работы 5-6 класс: Использование различных видов коммутации 7-8 класс: Распайка микросхем. Пайка контактов
Тема 2.6.	Проектная деятельность. Алгоритмы создания проектов.		Изучение алгоритмов разработки проектов. Методология проекта. Работа с учебной и научно-популярной литературой. Анализ и обработка информации из различных источников.

Модуль 3. Устройство и принцип работы БПЛА мультироторного типа (7 часов)

Тема 3.1.	Управление полётом. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	Связь «коптер-контроллер-передатчик аппаратура управления».	
Тема 3.2.	Виды двигателей. Бесколлекторные двигатели. Плата разводки питания	Бесколлекторные и коллекторные двигатели, их устройство, преимущества и недостатки. Предназначение, применение и принцип работы.	Составление расчета мощности двигателей для квадрокоптеров определённой массы и грузоподъёмности. Подбор винтов под конкретные моторы. Расчет тяги с определенными винтами и моторами. Соединение с аккумулятором, проверка работы.
Тема 3.3.	Рама квадрокоптера. Электронный регулятор скорости (ESC). Виды, сборка. Настройка полетного контроллера и аппаратуры управления	Оптимальная конструкция, лучшие материалы. Предназначение, применение и принцип работы электронного регулятора скорости	Изучение оборудования, работа с ним. Сборка карбоновой рамы с установкой моторов. Пайка/соединение коннекторов регуляторов скорости к моторам. Расчет номинала ESC для двигателей определённой мощности. Расчет номинала ESC для двигателей определенной мощности с определенными винтами.
Тема 3.5.	Инструктаж по ТБ полетов. Полеты на симуляторе.	Инструктаж по ТБ.	Проведение тренировочных полетов на симуляторе. Полеты на симуляторе в АКРО режиме. Полеты на симуляторе в АКРО режиме с высокими рейтингами
Модуль 4. Визуальное пилотирование (тренировочные полеты на симуляторе) (8 часов)			
Тема 4.1.	Исследование проблем в современной беспилотной авиации и вариантов их решения	Применение дронов для решения типовых задач. Нештатные ситуации при полете и способы их устранения: типы помех, влияние погодных условий	
Тема 4.2.	Аппаратура радиоуправления БПЛА		Пилотирование квадрокоптером визуально. Выполнение простейших полетных процедур . Посадка, взлет, полет по квадрату . Пилотирование симуляторе

Тема 4.3.	Основные полётные режимы – Arm/Disarm, Stab, Acro, Horizont. Полёт на симуляторе	Разбор режимов полета. Изучение пульта управления	Изучение оборудования, работа с ним. Выполнение упражнений. Взлет и посадка в одну точку. Выполнение упражнений в АКРО режиме на симуляторе. Удержание высоты и позиции
Тема 4.4.	Полёт на симуляторе с отработкой элементов пилотажа		Учебные полеты с препятствиями. Учебные полеты в АКРО-режиме .
Тема 4.5.	Отработка полётов вперед – назад и влево-вправо. Выполнение простых фигур пилотажа. Полёт боком к себе		Выполнение упражнений. Облет по периметру полетной зоны. Облет по периметру полетной зоны в АКРО режиме. Прохождение трассы
Тема 4.6.	Выполнение простых фигур пилотажа. Полёт по кругу. Гонка дронов		Учебные полеты с препятствиями. Мини-соревнования.

2.3. Система оценки достижения планируемых результатов освоения программы

Программа рассчитана на 1 год обучения. С целью установления соответствия результатов освоения данной программы заявленным целям и планируемым результатам проводится входной контроль, промежуточная аттестация, итоговый контроль и итоговое занятие.

1. Входной контроль (сентябрь-октябрь).

Цель: определение исходного уровня знаний обучающихся в начале обучения по программе

Проводится в форме тестирования для выявления сформированности общеучебных умений и навыков (Приложение 1).

2. Промежуточная аттестация (декабрь – январь).

Цель: выявление текущего состояния уровня освоения программы в части теоретического содержания.

Может проводиться в разных формах на усмотрение педагога с использованием предложенных вопросов (Приложение 2). Например, викторины, квизы, тестирование, кругосветки и пр.

3. Итоговый контроль (май).

Цель: определение уровня сформированности специальных знаний, полученных за период обучения по данной программе (Приложение 1).

4. Итоговое занятие по МДОП проводится в форме демонстрации итогов прохождения кейсов (Приложение 1).

Механизм оценки получаемых результатов. Формы подведения итогов реализации программы.

Важным критерием освоения программы является достижение обучающимися объединения в муниципальных, региональных, всероссийских и международных соревнованиях и конкурсах.

Другими критериями служат: создание стабильного коллектива объединения, заинтересованность обучающихся, развитие чувства ответственности и товарищества.

На протяжении всего учебного процесса проводятся следующие виды контроля знаний: беседы в форме «вопрос – ответ» с ориентацией на сопоставление, сравнение, выявление общего и особенного. Такой вид контроля развивает мышление ребенка, умение общаться, выявляет устойчивость его внимания. Беседы, конкурсы, викторины – группа методов контроля, позволяющая повысить интерес обучающихся и обеспечить дух соревнования.

Система оценки достижения планируемых результатов освоения МДО(О)П:

- вводный контроль проводится перед началом работы и предназначен для определения уровня знаний, умений и навыков обучающихся;
- промежуточная аттестация проводится по результатам освоения модулей;
- итоговый контроль проводится после завершения всей учебной программы;
- итоговое занятие проводится по результатам года обучения.

Контрольные мероприятия проводятся через:

- выполнение практических работ;

- наблюдение за обучающимися в процессе работы;
- индивидуальные и коллективные проекты.

2.4. Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала занятий	Дата окончания занятий	Кол-во учебных недель	Кол-во часов	Режим занятий
Устанавливает образовательная организация	Устанавливает образовательная организация	Устанавливает образовательная организация	34	34	1 раз в неделю продолжительностью 1 академический час

Воспитательным компонентом модульной дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой является обеспечение позитивных межличностных отношений в группе, развитие и обогащение совместной деятельности, расширение естественно-научного кругозора, овладение приемами учебного сотрудничества и социального взаимодействия со сверстниками и взрослыми в проектной деятельности, формирование интереса к изучению новых технологий, к выбору направления своей профессиональной деятельности с личными интересами, индивидуальными способностями, с учетом потребностей рынка труда.

3. Организационный раздел

3.1. Методическое обеспечение программы

Материально-техническое обеспечение программы

- Учебный кабинет на 12 и более посадочных мест.
- Компьютер учителя для демонстрации материала – 1 шт.
- Учебные компьютеры/ноутбуки – 6/12 шт.
- Набор конструктора программируемого БПЛА мультироторного типа – 1 набор для двух обучающихся.
- Инструменты для сборки – 7 комплектов.
- Паяльные станции – 2 шт.
- Защитные очки (прозрачные) – 4 шт.
- Вытяжка – 2 шт.
- Держатель (третья рука) – 3 шт.
- Олово отсос – 3 шт.

- Пинцет (маленький) – 3 шт.
- Расходные материалы для освоения основ пайки.
- Расходные материалы для сборки БПЛА.
- Кабель для подключения радиопульта к компьютеру (тренажер кабель).
- Ремкомплект для программируемого конструктора – 6 шт.
- Изолента – 3 шт.
- Терма усадка (разного диаметра).
- Термопистолет – 3 шт.
- Клеевые стержни для термопистолета – 2 уп.
- Жидкость для очистки плат от загрязнений – 1 бут.
- Цифровой мультиметр – 2 шт.
- Пластиковые стяжки (разных размеров) – по 2 уп.
- Двухсторонний скотч 3М (разной ширины) – по 3 шт.
- Симулятор полетов квадрокоптера Liftoff или аналог.
- Беспаячные соединители, коннектора – 2 набора.

3.2. Перечень рекомендуемых учебных изданий

Основная литература

1. Зенкина, С. В. Сетевая проектно-исследовательская деятельность обучающихся : учебное пособие для вузов / С. В. Зенкина, Е. К. Герасимова, О. П. Панкратова. – Москва : Юрайт, 2022. – 151, [2] с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13229-8. – Текст : непосредственный.

2. Обучение школьников основам программирования и управления беспилотных летательных аппаратов: введение в курс : учебно-методическое пособие / составители: Н. И. Пойлова, П. А. Грищенко ; ГАОУ ДПО «Институт развития образования Сахалинской области» им. Заслуженного учителя РФ В.Д. Гуревича, Региональный ресурсный центр дополнительного образования технической направленности «Кванториум». – Южно-Сахалинск : Издательство ИРОСО, 2023. – 30 с. – Текст : непосредственный.

3. Шмачилина-Цибенко, С. В. Образовательные технологии в дополнительном образовании детей : учебное пособие для вузов / С. В. Шмачилина-

Цибенко. – Москва : Юрайт, 2022. – 133, [3] с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13925-9. – Текст : непосредственный.

Дополнительная литература

4. Биард, Рэндал У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн ; перевод с английского А. И. Демьяникова ; под редакцией Г. В. Анцева. – Москва : Техносфера, 2015. – 311 с.: ил., табл. – (Мир радиоэлектроники). – ISBN 978-5-94836-393-6. – Текст : непосредственный.

5. Гайсина, С. В. Робототехника, 3D-моделирование, прототипирование: реализация современных направлений в дополнительном образовании : методические рекомендации для педагогов / С. В. Гайсина, И. В. Князева, Е. Ю. Огановская. – Санкт-Петербург : КАРО, 2017. – 204, [1] с. – (Педагогический взгляд). – ISBN 978-5-9925-1251-9. – Текст : непосредственный.

6. Казневский, В. П. Аэродинамика в природе и технике : книга для внеклассного чтения учащихся 8–10-х классов / В. П. Казневский. – Москва : Просвещение, 1985. – 126, [1] с. – Текст : непосредственный.

7. Копосов Д. Г. Робототехника. 8–11-е классы. Управление квадрокоптером : учебное пособие / Д. Г. Копосов. – Москва : Просвещение : БИНОМ, 2021. – 128 с. – (Инженерная и IT-подготовка школьников). – ISBN 978-5-09-087109-9. – Текст : непосредственный.

8. Мирошник, И. В. Теория автоматического управления. Линейные системы : учебное пособие для студентов вузов / И. В. Мирошник. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2005. – 337 с. – ISBN 5-469-00350-7. – Текст : непосредственный.

9. Огановская, Е. Ю. Робототехника, 3D-моделирование и прототипирование на уроках и во внеурочной деятельности : 5–7-е, 8 (9)-е классы : [методическое пособие] / Е. Ю. Огановская, С. В. Гайсина, И. В. Князева. – Санкт-Петербург : КАРО, 2017. – 254, [1] с. – (Педагогический взгляд). – ISBN 978-5-9925-1255-7. – Текст : непосредственный.

10. Суомалайнен, А. Беспилотники: автомобили, дроны, мультикоптеры / Антти Суомалайнен. – Москва : ДМК-Пресс, 2018. – 120 с. – ISBN 978-5-97060-662-9. – Текст : непосредственный.

11. Фалалеев, А. Упражнение для синхрониста. Беспилотник / А. Фалеева, А. Малофеева. – Москва : Перспектива, 2021. – 192 с. – ISBN 978-5-6043828-8-2. – Текст : непосредственный.

12. Bouadi, H. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter / H. Bouadi, M. Tadjine. – Текст : непосредственный // World Academy of Science, Engineering and Technology. – 2007. – Vol. 25. – P. 225–229.

3.3. Интернет-источники

13. Гурьянов, А. Е. Моделирование управления квадрокоптером / А. Е. Гурьянов. – Текст : электронный // Инженерный вестник. – 2014. – № 8. – URL: <http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html> (дата обращения: 23.01.2023).

14. Канатников, А. Н. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости / А. Н. Канатников, А. П. Крищенко, С. Б. Ткачев. – Текст : электронный // Наука и образование. – 2012. – № 3. – URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html> (дата обращения: 21.01.2023).

15. Основы аэродинамики и динамики полета. – Текст : электронный // Ассоциация Экспериментальной Авиации : [сайт]. – URL: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf. – (дата обращения: 21.01.2023).

16. Програмируем квадрокоптер на Arduino (Часть 1). – Текст : электронный // Хабр : [сайт]. – URL: <http://habrahabr.ru/post/227425/> (дата обращения: 21.01.2023).

17. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета / Ю. С. Белинская. – Текст : электронный // Молодежный научно-технический вестник : электронный журнал. – 2013. – № 4. – URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html> (дата обращения: 21.01.2023)

