

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
"Средняя общеобразовательная школа с. Ербогачен"**



Принята на заседании
методического совета
«___» _____ 202 г.
Протокол № _____

Утверждаю _____

Н.А.Потапова
Директор МБОУ СОШ

**Дополнительная общеразвивающая программа
«Беспилотные летательные аппараты»
Целевая группа: дети 7-11 классы
Срок реализации: 1 год**

**Автор-составитель: Комиссаров Н.М.,
педагог дополнительного образования**

С.Ербогачен

2023 г.

Пояснительная записка

Настоящая дополнительная общеразвивающая программа «Беспилотные летательные аппараты» разработана с учетом:

- Федерального Закона Российской Федерации от 29.12.1012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации»; изменения в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» 273-ФЗ в части определения содержания воспитания в образовательном процессе с 1.09.2020;
- Федерального проекта «Успех каждого ребенка» в рамках Национального проекта «Образование». Утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и конкурентоспособности профессионального образования, Министерства просвещения РФ 10.11.2018 г.
- Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»;
- Приказа Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»
- Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 года № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»
- Постановления Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года № 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»;
- Постановления Правительства РФ от 18 сентября 2020 года № 1490 «О лицензировании образовательной деятельности»;
- Постановления № 10 от 24.04.2021 «О внесении изменений в санитарно-эпидемиологические правила «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19), утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.06.2020 № 16»;
- Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р);
- Приказа Министерства просвещения РФ № 467 от 3 сентября 2019 года «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования»;
- Распоряжения Министерства образования Иркутской области № 655-мр от 28 августа 2020г «О внедрении информационной системы «Навигатор дополнительного образования детей Иркутской области»;
- Распоряжения Министерства образования Иркутской области № 649-мр от 28 августа 2020 года «О внедрении моделей выравнивания доступности дополнительных общеобразовательных программ»;
- Устава МБУ ДО ЦДО УКМО;
- Лицензии МБУ ДО ЦДО УКМО на образовательную деятельность;
- Программы развития МБУ ДО ЦДО УКМО на 2021-2026 гг.

Направленность (профиль) программы - техническая направленность.

Уровень сложности программы: вводный.

Актуальность программы:

В «Концепции развития дополнительного образования детей», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 04 сентября 2014 г. № 1726-р, в разделе

«Цели и задачи развития дополнительного образования детей» сказано, что «Целями Концепции являются: обеспечение прав ребенка на развитие, личностное самоопределение и самореализацию; расширение возможностей для удовлетворения разнообразных интересов детей и их семей в сфере образования; развитие инновационного потенциала общества».

В наше время происходит высокий рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники. 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. Компьютеризация и роботизация захватывает все сферы человеческой деятельности, поэтому, естественно, что люди, имеющие научно-техническое мышление будут иметь несомненный спрос на рынке труда.

Концепция развития дополнительного образования детей выдвигает новые социальные требования к системе дополнительного образования. Одной из главных задач является обеспечение условий для доступа каждого к глобальным знаниям и технологиям. А это ориентация образования не только на усвоение обучающимися определённой суммы знаний, но и на развитие его личности, его познавательных и созидательных способностей, на умение самостоятельно добывать знания. Занятия по программе «Беспилотные летательные аппараты» - шаг в этом направлении.

Актуальность программы также обусловлена социальным заказом родителей и обучающихся.

Отличительные особенности программы:

Программа позволяет в простой и наглядной форме изучить основы: управления беспилотными летательными аппаратами, микроэлектроники, конструирования и программирования. Ребята будут не только управлять беспилотными летательными аппаратами, узнают их устройство, принципы работы и программирования.

Программа способствует развитию конструкторских, изобретательских, научно-технических компетентностей, нацеливает детей на осознанный выбор необходимых обществу профессий, формирует предпрофессиональные компетенции для таких профессий как: инженер-конструктор, оператор БПЛА (беспилотного летательного аппарата), программист и т.д.

Адресат программы. Дополнительная общеразвивающая программа разработана для детей в возрасте 14-17 лет и направлена на обеспечение целостного процесса психического, физического и умственного развития личности ребенка. В программе учитываются особенности среднего и старшего школьного возраста. Средний школьный возраст один из наиболее кризисных возрастных периодов, связанный с бурным развитием всех ведущих компонентов личности и физиологическими перестройками, обусловленными половым созреванием. Острое реагирование на внешние воздействия, быстрая возбудимость, требует бережного отношения к психике, умелого переключения с одного вида деятельности на другой. Для старшего школьника актуален выход во взрослый мир, овладение профессией, а значит, нахождение своего места в мире.

Срок освоения программы. Программа рассчитана на 2 года обучения.

Форма обучения – очная.

Режим занятий. Дополнительная общеразвивающая программа «Беспилотные летательные аппараты» рассчитана на 1 год обучения, 1 раз в неделю, по 2 учебных часа с перерывом в 10 мин в соответствии с СанПиН.

Цель и задачи программы

Цель - развитие у детей интереса к техническому творчеству и конструированию посредством ознакомления их с принципами действия и основами управления беспилотными летательными аппаратами.

Задачи:

1. Образовательные: сформировать интерес к беспилотной технике, профессии инженера; сформировать умения и навыки управления беспилотным летательным аппаратом; познакомить и освоить программирование настроек мультикоптера; обучить воспитанника таким видам технической деятельности, как конструирование и управлением беспилотным воздушным судном, автоматизация процессов управления; дать знания и умения по использованию различных

технических средств, средств массовой информации, справочной и другой специальной литературы в самостоятельной работе с беспилотной техникой; сформировать умение достаточно самостоятельно решать технические задачи в процессе конструирования моделей.

2. Развивающие: развивать интерес к технике, конструированию, программированию, высоким технологиям, творческой активности, самостоятельности в принятии решений в различных ситуациях, внимание, память, воображение, мышление (логическое, творческое конструкторские, инженерные и вычислительные навыки), умение излагать мысли в четкой логической последовательности, мелкую моторику.

3. Воспитательные: воспитывать трудолюбие, усидчивость, коммуникативные качества, интерес к профессиональной деятельности, чувство патриотизма через приобщение к национальной инженерно-технической культуре; умение работать в коллективе, основы командной работы; стимулировать смекалку, находчивость, изобретательность и устойчивый интерес к поисковой творческой деятельности.

Комплекс основных характеристик программы

Объем программы: 72 часа

Содержание программы

№ п/п	Наименование разделов и тем	Основные узловые моменты
1	Раздел 1. Принципы строения и управления мультикоптером (8 часов)	
1.1	Техника безопасности. Знакомство с оборудованием	Техника безопасности. Знакомство с обучающимися, выявление первоначальных технических навыков и навыков управления беспилотными радиоуправляемыми средствами для определения исходного уровня. Знакомство с оборудованием, инструментами и правилами их использования, с базовым набором квадрокоптера
1.2	История развития беспилотных воздушных судов	История развития беспилотных воздушных судов. Основные концепции конструирования и виды мультикоптеров. Создание презентации по устройству и техническим характеристикам выбранного типа беспилотных воздушных судов (индивидуально или в группе)
1.3	Основы техники безопасности полетов малых беспилотных воздушных	Правила пользования мультикоптером в различных условиях. Законодательная база использования мультикоптеров. Техника безопасности при подготовке устройства к полету, в полете, при приземлении. Проверка квадрокоптера на соответствие его нормам безопасности полетов
1.4	Управление полетом мультикоптера	Принципы управления мультикоптерами. Устройство радиопередатчика для управления мультикоптерами. Изучение устройства и функционала
1.5	Принцип функционирования полетного контроллера и аппаратуры управления	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания. Знакомство с бесколлекторными двигателями квадрокоптера. Управление их работой
1.6	Управление полетом квадрокоптера на симуляторе	Управление полетом квадрокоптера на симуляторе. Принципы управления мультикоптерами
2	Раздел 2. Сборка БПЛА (6 часа)	
2.1	Знакомство с онлайн-платформой 3D-моделирования FreeCad.	Характеристика программы для трехмерного моделирования FreeCad. Настройка программы. Интерфейс и основы управления. Первая модель в программе 3D-моделирования FreeCad.
2.2	Создание 3D-модели микросхемы квадрокоптера	Создание 3D-модели микросхемы квадрокоптера, написание кода программы
2.3	Сборка базовой конфигурации квадрокоптера	Устройство квадрокоптера. Функционал рамы. Узлы и детали, присоединяемые к раме. Сборка базовой конфигурации квадрокоптера
3	Раздел 3. Настройка БПЛА (6 часов)	
3.1	Знакомство с принципами работы полетного контроллера квадрокоптера	Знакомство с принципами работы полетного контроллера квадрокоптера

3.2	Основы полетного БПЛА	настройки контроллера	Основы настройки полетного контроллера БПЛА с помощью компьютера
3.3	Настройка аппаратуры управления БПЛА		Настройка аппаратуры управления БПЛА с помощью компьютера
3.4	Программирование взлета, посадки		Программирование стандартных операций с полетным контроллером (взлета, посадки) на стендовом образце квадрокоптера
3.5	Программирование удержания высоты		Программирование стандартных операций с полетным контроллером (удержание высоты) на стендовом образце квадрокоптера
3.6	Программирование поворотов в воздухе		Программирование стандартных операций с полетным контроллером (повороты в воздухе) на стендовом образце квадрокоптера
4	Раздел 4. Пилотирование БПЛА (16 часов)		
4.1	Полеты на симуляторе		Знакомство с обучающей программой-симулятором для квадрокоптера. Осуществление предполетной подготовки на симуляторе, выполнение простых и усложненных пилотажных упражнений. Практическое изучение функционала пульта радиоуправления
4.2	Первые учебные полеты		Инструктаж по технике безопасности полетов. Разбор аварийных ситуаций. Выполнение полетных упражнений «взлет/посадка», «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо»
4.3	Соревнование «Первый полет»		Соревнование «Первый полет» на правильное управление квадрокоптером
4.4	Выполнение полетов по заданным траекториям		Инструктаж по технике безопасности полетов. Разбор аварийных ситуаций. Практика: выполнение упражнений «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»
4.5	Настройка, установка FPV-оборудования. FPV-пилотирование		Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования. Пилотирование с использованием FPV-оборудования в режиме удержания высоты
5	Раздел 5. Программирование (14 часов)		
5.1	Программирование мультироторных систем		Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров. Основы визуального языка программирования и настройки квадрокоптера
5.2	Полеты с видеосъемкой		Подключение и программирование дополнительного оборудования для квадрокоптера (модуль фото-видеосъемки)
5.3	Первые автономные полеты		Подключение и программирование дополнительного оборудования для квадрокоптера (базовый модуль навигации в помещении). Формирование полетного пространства. Выполнение настройки автопилота. Визуальное программирование полета в программной среде TRIK Studio
5.4	Работа с системой навигации в помещении		Работа с системой навигации в помещении. Установка и программирование навигационных маячков

5.5	Основы навигации в системе GPS	Основы навигации в системе GPS. GPS-координаты. GPS и ГЛОНАСС. Визуальное программирование полета по GPS-координатам в TRIK Studio
6	Раздел 6. Проектная деятельность (20 часов)	
6.1	Проект «Устройство квадрокоптера»	Разработка индивидуального/группового проекта по устройству квадрокоптера
6.2	Проект «3D-модель микросхемы квадрокоптера»	Разработка индивидуального/группового проекта по созданию «3D-модели микросхемы квадрокоптера»
6.3	Проект по созданию полетного маршрута в системе навигации в помещении	Разработка индивидуального/группового проекта по созданию полетного маршрута в системе навигации в помещении
6.4	Проект по созданию полетного маршрута по территории.	Разработка индивидуального/группового проекта по созданию полетного маршрута по территории.
6.5	Итоговая аттестация	Защита проектов
	Итого	72 часа

Планируемые результаты

Личностные:

1. Определять и высказывать под руководством педагога самые простые общие для всех людей правила поведения при сотрудничестве (этические нормы).
2. В предложенных педагогом ситуациях общения и сотрудничества, опираясь на общие для всех простые правила поведения, делать выбор, при поддержке других участников группы и педагога, как поступить.
3. Наличие учебно-познавательного интереса к новому учебному материалу и способам решения новой частной задачи.
4. Развитие творческого потенциала ребенка.

Метапредметные:

Регулятивные УУД:

1. Осознавать границы собственных знаний и понимать перспективы дальнейшей учебной работы, определять познавательные задачи на усвоение новых знаний.
2. Проверять правильность выполнения действий, вносить необходимые коррективы в ходе решения поставленных задач.
3. Определять и формулировать цель деятельности с помощью педагога.
4. Оценивать совместно с педагогом и другими обучающимися успехи своего учебного труда и труда одноклассников.

Познавательные УУД:

1. Ориентироваться в системе знаний: отличать новое от уже известного с помощью педагога.
2. Добывать новые знания: находить ответы на вопросы, используя свой жизненный опыт и информацию, полученную от педагога.
3. Сравнить и группировать элементы квадрокоптера.
4. Формулировать и решать задачи в программной среде управления квадрокоптером.

Коммуникативные УУД:

1. Планировать и согласованно выполнять совместную деятельность.
2. Совместно договариваться о правилах общения и поведения, следовать им.
3. Учиться выполнять различные роли в группе (лидера, исполнителя, критика), уважать в общении и сотрудничестве партнера и самого себя.

К концу изучения программы **обучающиеся должны знать:**

1. технику безопасности и требования, предъявляемые к эксплуатации квадрокоптера;
2. роль и место квадрокоптера в жизни современного общества, историю и перспективы их развития;
3. основные понятия и технические термины квадрокоптера;
4. основные компоненты и принципы работы квадрокоптера;
5. конструктивные особенности различных квадрокоптеров и их применение;
6. способы настройки и подготовки квадрокоптера к полету;
7. методику проверки работоспособности отдельных узлов и деталей, порядок поиска неисправностей в коптерах;

К концу изучения программы **обучающиеся должны уметь:**

1. соблюдать технику безопасности и следовать требованиям, предъявляемым к эксплуатации квадрокоптера;
2. подготавливать квадрокоптер к полету;
3. владеть основными навыками управления коптером;
4. проводить «чистый» эксперимент, меняя отдельные параметры, и наблюдать или измерять результаты;
5. уметь определять простейшие неисправности в работе коптера;
6. самостоятельно настраивать пульт управления, калибровать полетные контроллеры, заряжать и заменять аккумуляторные батареи и вышедшие из строя пропеллеры

**организационно-педагогических условий
Учебно-тематический план.**

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов			Формы организации занятий	Формы (аттестации) контроля
		Всего.	Теория	Практика		
1	Раздел 1. Принципы строения и управления мультикоптером	8	5	3		
1.1	Техника безопасности. Знакомство с оборудованием	2	2	-	Рассказ педагога	Собеседование
1.2	История развития беспилотных воздушных судов	2	1	1	Рассказ педагога, практическое занятие	
1.3	Основы техники безопасности полетов малых беспилотных воздушных	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
1.4	Управление полетом мультикоптера	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
1.5	Принцип функционирования полетного контроллера и аппаратуры управления	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
1.6	Управление полетом квадрокоптера на симуляторе	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
2	Раздел 2. Сборка БПЛА	6	2	4		
2.1	Знакомство программой 3D-моделирования FreeCad.	2	1	1	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
2.2	Создание 3D-модели микросхемы квадрокоптера	2	-	2	Практическое занятие (задание по образцу)	
2.3	Сборка базовой конфигурации квадрокоптера	2	1	1	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
3	Раздел 3. Настройка БПЛА	6	3,5	2,5		
3.1	Знакомство с принципами работы полетного контроллера квадрокоптера	1	1	-	Рассказ педагога	
3.2	Основы настройки полетного контроллера БПЛА	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	

3.3	Настройка аппаратуры управления БПЛА	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
3.4	Программирование взлета, посадки	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
3.5	Программирование удержания высоты	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
3.6	Программирование поворотов в воздухе	1	0,5	0,5	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
4	Раздел 4. Пилотирование БПЛА	16	4	12		
4.1	Полеты на симуляторе	4	1	3	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
4.2	Первые учебные полеты	4	1	3	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
4.3	Соревнование «Первый полет»	1	-	1	Практическое занятие	Соревнование
4.4	Выполнение полетов по заданным траекториям	3	1	2	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
4.5	Настройка, установка FPV-оборудования. FPV-пилотирование	4	1	3	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
5	Раздел 5. Программирование	14	5	9		
5.1	Программирование мультироторных систем	2	1	1	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
5.2	Полеты с видеосъемкой	4	1	3	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
5.3	Первые автономные полеты	4	1	3	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
5.4	Работа с системой навигации в помещении	2	1	1	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
5.5	Основы навигации в системе GPS	2	1	1	Рассказ педагога, практическое занятие (задание по образцу)	
6	Раздел 6. Проектная деятельность	22	1	21		
6.1	Проект «Устройство квадрокоптера»	4	1	3	Проект	
6.2	Проект «3D-модель микросхемы квадрокоптера»	6	-	6	Проект	

6.3	Проект по созданию полетного маршрута в системе навигации в помещении	6	-	6	Проект	
6.4	Проект по созданию полетного маршрута по территории ЦДО	4	-	4	Проект	
6.5	Итоговое занятие	2	-	2	Практическое занятие	Защита проекта в
	Итого	72	20,5	51,5		

Методическое обеспечение программы

Наглядно - демонстрационный материал – экран.

Дидактический материал - карточки-образцы для выполнения практических работ.

Электронные ресурсы - компьютерные презентации по темам, файлы с заданиями для обучающихся по темам.

Для реализации программы используются следующие **методы**:

- Словесные – с помощью которых педагог доступно объясняет тему занятий и последовательность деятельности на занятии; беседы (применяются для уточнения, коррекции знаний, их обобщения и систематизации), рассказы детей (метод направлен на совершенствование знаний и умственно-речевых умений детей).

- Наглядные – с использованием наглядных пособий; просмотр альбомов, иллюстраций, план – схемы.

- Практические – показ алгоритма действий, упражнения, моделирование, использование игровых приемов.

Формы обучения и виды занятий:

- беседа, рассказ педагога;
- практическая работа (задание по образцу, соревнование, познавательная игра);
- творческая работа;
- проект.

Педагогические технологии: технология игровой деятельности, технология сотрудничества.

Алгоритм учебного занятия:

- орг. момент,
- повторение пройденного материала,
- новый материал,
- закрепление.

Иные компоненты Условия реализации программы

Кадровое обеспечение программы:

- педагог дополнительного образования;
- технический персонал.

Материально-технические ресурсы:

- учебный кабинет.
- Аппаратное обеспечение: ПК, планшеты, ноутбуки, мультимедийный проектор,

квадрокоптер DJI Mavic.

Программное обеспечение: операционная система WINDOWS, программная среда 3D FreeCad, симулятор управления квадрокоптером.

Список литературы

Нормативные документы:

1. Федеральный Закон Российской Федерации от 29.12.1012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации»; изменения в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» 273-ФЗ в части определения содержания воспитания в образовательном процессе с 1.09.2020.
2. Федеральный проект «Успех каждого ребенка» в рамках Национального проекта «Образование». Утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и конкурентоспособности профессионального образования, Министерства просвещения РФ 10.11.2018 г.
3. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».
4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
5. Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р).
6. Приказ Министерства просвещения РФ № 467 от 3 сентября 2019 года «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования».
7. Распоряжение Министерства образования Иркутской области № 655-мр от 28 августа 2020г «О внедрении информационной системы «Навигатор дополнительного образования детей Иркутской области».
8. Распоряжение Министерства образования Иркутской области № 649-мр от 28 августа 2020 года «О внедрении моделей выравнивания доступности дополнительных общеобразовательных программ».
9. Программа развития МБУ ДО ЦДО УКМО на 2021-2026 гг.

для педагогов:

1. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости / А.Н. Канатников, А.П. Крищенко, С.Б. Ткачев //Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. No3. – URL:<http://technomag.edu.ru/doc/367724.html> (дата обращения 20.03.2020г.).
2. Баева Е.Ю. Общие вопросы проектирования и составления карт для студентов специальности «картография и геоинформатика» / Е.Ю. Бабаева –М.: Изд-во МИИГАиК, 2014. – 48с.
3. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений / Под ред. Л.А. Школьного – Изд-во ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 530с.

для обучающихся:

1. Кравцова В.И. Космические снимки и экологические проблемы нашей планеты: книга для детей и их родителей / В.И. Кравцова. – Сканэкс, Москва 2011. – 460с.
2. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений / Под ред. Л.А. Школьного – Изд-во ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 530с.

Электронные ресурсы

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета / Ю.С. Белинская // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электронный журнал. – 2013. – №4. – URL: <http://ainsnt.ru/doc/551872.html> (дата обращения 20.03.2022г.).
2. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером / А.Е. Гурьянов // Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8. – URL:<http://engsi.ru/doc/723331.html> (дата обращения 20.03.2022г.).