

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение гимназия
с. Раевский муниципального района Альшеевский район Республики
Башкортостан Центр цифрового и гуманитарного профилей
«Точка роста»**

РАССМОТРЕНО
на заседании НМС
Протокол №1
от « » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО
Зам. директора по НМР
_____ Давлетова Р.Т.
« » сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор МБОУ гимназия
с. Раевский Колеганов С. Н.
Приказ № _____ от « » сентября 2022 г.



**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа
технической направленности
«Беспилотные летательные аппараты»**

возраст обучающихся: 10-17 лет
срок реализации: 1 год

составитель: педагог дополнительного образования
Назмутдинов Азамат Мухаматович

2022 - 2023 учебный год

Раздел № 1 Комплекс основных характеристик программы

1. Пояснительная записка

Программа разработана в соответствии с Федеральным Законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ; Концепцией развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 г. № 1726-р); Приказом Министерства образования и науки РФ от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности»; Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы) Минобрнауки России от 18 ноября 2015 №09-3242; Федерального компонента государственного стандарта общего образования, Распоряжения Министерства просвещения РФ №Р-23 от 1 марта 2019 года "«Об утверждении методических рекомендаций по созданию мест для реализации основных и дополнительных общеобразовательных программ цифрового, естественнонаучного, технического и гуманитарного профилей в образовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, и дистанционных программ обучения определенных категорий обучающихся, в том числе на базе сетевого взаимодействия»"; Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитано-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»; Уставом муниципального автономного общеобразовательного учреждения средней общеобразовательной школы №3 им. Ю.А.Гагарина.

Направленность программы – техническая.

Актуальность программы: беспилотные летательные аппараты становятся неотъемлемой частью повседневной жизни: мы уже активно используем БПЛА в СМИ и развлекательной сферах, в дальнейшем их активно будут применять в инфраструктуре, страховании, сельском хозяйстве и обеспечении безопасности, появятся новые профессии, связанные с использованием БПЛА. В инфраструктуре малых городов, Таких как Туринский городской округ, благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал их использования стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в начальной

подготовке по конструированию, программированию и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов.

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка моделировать и конструировать БПЛА, но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве, будущей профессии.

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

Отличительные особенности программы является то, что она реализует нетрадиционные дидактические методы обучения (кейсовая система обучения; проектная деятельность, направленность на soft-skills, игропрактика, среда для развития разных ролей в команде, сообщество практиков (возможность общаться с детьми из других квантумов, которые преуспели в практике своего направления), направленность на развитие системного мышления, рефлексия), которые способствуют улучшению знаний, умений и навыков обучающихся, касающихся научно-технической деятельности.

Педагогическая целесообразность настоящей программы заключается в том, что после ее освоения 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.

Адресат общеразвивающей программы возраст обучающихся – 10-17 лет.

Младший школьный возраст – (7-11) лет. Развитие психики детей этого возраста осуществляется главным образом на основе ведущей деятельности – учения. Учение для младшего школьника выступает как важная общественная деятельность, которая носит коммуникативный характер. В процессе учебной деятельности младший школьник не только усваивает знания, умения и навыки, но и учится ставить перед собой учебные задачи (цели), находить способы усвоения и применения знаний, контролировать и оценивать свои действия.

Подростковый возраст от 11-12 до 14-15 лет. Переход от детства к взрослости составляет главный смысл и специфическое различие этого этапа. Подростковый период считается «кризисным», такая оценка обусловлена многими качественными сдвигами в развитии подростка. Анатомо-физиологические сдвиги в развитии подростка порождают

психологические новообразования: чувство взрослости, развитие интереса к противоположному полу, пробуждение определенных романтических чувств. Характерными новообразованиями подросткового возраста есть стремление к самообразованию и самовоспитанию, полная определенность склонностей и профессиональных интересов.

Старший школьный возраст – 15-17 лет (ранняя юность). Главное психологическое приобретение ранней юности – это открытие своего внутреннего мира, внутреннее «Я». Главным измерением времени в самосознании является будущее, к которому он (она) себя готовит. Ведущая деятельность в этом возрасте – учебно-профессиональная, в процессе которой формируются такие новообразования, как мировоззрение, профессиональные интересы, самосознание, мечта и идеалы.

Объем и срок освоения общеразвивающей программы: программа рассчитана на 1 год, 68 часа.

Форма обучения – очная

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий занятия по дополнительной образовательной программе проводятся 1 раз в неделю по 2 часа (продолжительность учебного часа – 45 минут).

2. Цели и задачи программы

Цель программы – формирование в 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.

Это определило следующие **задачи** программы:
Обучающие:

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования, конструирования и программирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- обучить программированию микроконтроллеров;
- развить навыки управления квадрокоптерами;
- сформировать знания в области электроники и схемотехники;

Развивающие:

- 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;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

Воспитательные:

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

3. Содержание общеразвивающей программы

Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	14	4	10	Наблюдение, устный опрос, вводный тест, практическое задание.
2.	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	26	8	18	Наблюдение, устный опрос, вводный тест, практическое задание.
3.	Настройка, установка FPV – оборудования.	14	4	10	Наблюдение, устный опрос, вводный тест, практическое задание.
4.	Работа в группах над инженерным проектом.	14	4	10	Наблюдение, устный опрос, вводный тест,

					практическое задание, итоговый тест.
	Всего:	68	20	48	

Содержание учебного плана

Раздел 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.

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

Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/ балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.

Практическое занятие: Пайка электронных компонентов: принципы пайки, обучение пайке, пайка электронных компонентов мультироторных систем. Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе.

Раздел 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.

Теория: Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, настройка контроллера с помощью компьютера, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования, пайка двигателей и регуляторов.

Практическое занятие: Платы разводки питания: общее устройство, характеристики, пайка регуляторов и силовых проводов к платам разводки питания.

Инструктаж перед первыми учебными полётами. Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Разбор аварийных ситуаций.

Раздел 3. Настройка, установка FPV – оборудования.

Теория: Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования.

Практическое занятие: Установка, подключение и настройка

видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

Раздел 4. Работа в группах над инженерным проектом.

Теория: Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

Практическое занятие: Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.

4. Планируемые результаты

Личностные результаты:

- ответственное отношение к обучению, трудовой деятельности, трудолюбие;
- готовность и способность к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию в области научных технологий;
- доброжелательное, уважительное отношение к людям, способность к активной коммуникации;
- бережное отношение к духовным ценностям;
- нравственное сознание, чувство, поведение на основе сознательного усвоения общечеловеческих нравственных ценностей;
- эстетические потребности, ценности и чувства.

Метапредметные результаты:

- осваивать способы решения проблем творческого и научного характера и определения наиболее эффективных способов достижения результата;
- умение организовывать сотрудничество с педагогом и сверстниками, работать в группе;
- умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- владеть основами самоконтроля, самооценки;
- продуктивно общаться и взаимодействовать;
- развивать художественные, психомоторные, коммуникативные способности;
- наблюдательность, ассоциативное мышление, эстетический и художественный вкус, творческое воображение.

Предметные результаты:

- владеют технологиями изготовления квадрокоптера из бросового материала;
- умеют работать со схемами изготовления квадрокоптера;

- знают историю возникновения квадрокоптера;
- умеют подбирать корпус, соответствующие цепи, подбирать цвета для изделий;
- имеют навыки программирования и управления квадрокоптером.

Раздел № 2 Комплекс организационно-педагогических условий

1. Календарный учебный график

№ п/п	Месяц	Число	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Форма контроля
1.				14	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе.	
			Вводное занятие, лекция.	2	Вводная лекция о содержании курса	Устный опрос, тест.
			Лекция, практическое занятие	2	Принципы управления и строение мультикоптеров	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	2	Техника безопасности полётов	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	2	Основы электричества. Литий- полимерные аккумуляторы	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	2	Технология пайки. Техника безопасности	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	2	Обучение пайке	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	2	Полёты на симуляторе	Наблюдение, практическая работа
2.				26	Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты.	
			Лекция, практическое занятие	2	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления	Наблюдение, практическая работа

			Лекция, практическое занятие	4	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Сборка рамы квадрокоптера	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Пайка ESC, ВЕС и силовой части	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка Аппаратуры управления	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Настройки полётного контроллера	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Выполнение полётов	Наблюдение, практическая работа
3.				18	Настройка, установка FPV – оборудования	
			Лекция, практическое занятие	6	Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Пилотирование с использованием FPV	Наблюдение, практическая работа
3.				14	Работа в группах над инженерным проектом	
			Лекция, практическое занятие	2	Принципы создания инженерной проектной работы.	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, практическое занятие	4	Основы 3D-печати и 3D- моделирования.	Наблюдение, практическая работа
			Лекция, групповая работа	4	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система».	Наблюдение, практическая работа
			Выступление	4	Подготовка презентации собственной проектной работы. Выступление	Проект
			Итого	68		

2. Условия реализации общеразвивающей программы

Материально-техническое обеспечение:

- парты (6 шт.);
- стулья (12 шт);
- мультимедийный проектор;
- ноутбук (10шт.)
- интерактивная доска;
- квадрокоптеры (3 шт.);
- 3D-принтер.

Методическое обеспечение:

- информационные карточки;
- методическая литература;
- презентации («Основы

авиастроения»). Расходный материал:

- бумага А4 для рисования и распечатки;
- бумага А3 для рисования;
- набор простых карандашей - по количеству обучающихся;
- набор чёрных шариковых ручек - по количеству обучающихся;
- клей ПВА - 2 шт.;
- клей-карандаш - по количеству обучающихся;
- скотч прозрачный/матовый - 2 шт.;
- скотч двусторонний - 2 шт.;
- картон/гофрокартон для макетирования - 1200*800 мм, по одному листу на двух обучающихся;
- нож макетный - по количеству обучающихся;
- лезвия для ножа сменные 18 мм - 2 шт.;
- ножницы - по количеству обучающихся;
- коврик для резки картона - по количеству обучающихся;
- PLA-пластик 1,75 REC нескольких.

3. Формы аттестации и оценочные материалы

Формы подведения итога реализации программы

- защита итоговых проектов;
- участие в конкурсах на лучший сценарий и презентацию к созданному проекту;
- участие в школьных и городских научно-практических конференциях (конкурсах исследовательских работ).

Мониторинг освоения детьми программного материала

Высокий уровень развития:

Самостоятельно, быстро и без ошибок выбирает необходимые детали; с точностью проектирует по образцу; конструирует по схеме без

помощи педагога.

Средний уровень развития:

Самостоятельно, без ошибок в медленном темпе выбирает необходимые детали, присутствуют неточности, проектирует по образцу, пользуясь помощью педагога; конструирует в медленном темпе, допуская ошибки.

Низкий уровень развития:

Без помощи педагога не может выбрать необходимую деталь, не видит ошибок при проектировании; проектирует только под контролем педагога; не понимает последовательность действий при проектировании; конструирует только под контролем педагога

Виды контроля

Время проведения	Цель проведения	Формы контроля
Итоговый контроль		
В начале учебного года	Определение уровня развития обучающихся, их технических способностей	Контрольные задания (тесты, анкеты, развернутые ответы на вопросы, кроссворды), наблюдение, различные методики развития креативности.
Промежуточный контроль		
В середине учебного года	Определение степени усвоения обучающимися учебного материала. Повышение ответственности и заинтересованности воспитанников в обучении. Выявление детей, отстающих и опережающих обучение. Определение результатов обучения.	Контрольные задания (тесты, анкеты, развернутые ответы на вопросы, кроссворды), наблюдение, различные методики развития креативности. Участие в конкурсах, выставках, марафонах, защитах проекта
Итоговый контроль		
В конце учебного года	Определение изменения уровня развития обучающихся, их технических способностей. Определение результатов	Контрольные задания (тесты, анкеты, развернутые ответы на вопросы, кроссворды),

	обучения. Ориентирование обучающихся на дальнейшее (в том числе самостоятельное) обучение. Получение сведений для совершенствования образовательной программы и методов обучения.	наблюдение, различные методики развития креативности. Участие в конкурсах, выставках, марафонах, защитах проекта, итоговая выставка работ, составление альбома работ.
--	--	--

В конце каждого контроля составляется сводная карта на каждого обучающегося и заполняется сводная всех групп.

Критерии оценивания навыков

- уровень теоретических знаний;
- владение терминологией; –
- уровень практических знаний; –
- уровень креативности;
- уровень интеллектуальных умения;
- учебно-коммуникативные навыки; –
- учебно-организационные навыки.

4. Методические материалы

Организации образовательного процесса по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе осуществляется очно, в разновозрастных группах. Комплексные занятия проходят по комбинированному типу, так как включает в себя повторение пройденного, объяснение нового, закрепление материала и подведение итогов.

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

При проведении занятий используются следующие формы работы:

- Лекция-диалог с использованием метода «перевернутый класс» – когда обучающимся предлагается к следующему занятию ознакомиться с материалами (в т.ч. найденными самостоятельно) на определенную тему для обсуждения в формате диалога на предстоящем занятии;
- Workshop и Tutorial (практическое занятие – hard skills), что по сути является разновидностями мастер-классов, где обучающимся предлагается выполнить определенную работу, результатом которой

является некоторый продукт (физический или виртуальный результат). Близкий аналог – фронтальная форма работы, когда обучающиеся синхронно работают под контролем педагога;

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

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

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

На занятиях используются следующие формы и методы реализации программы:

Проектная деятельность и участие в конкурсах позволяют продемонстрировать результаты своих трудов за определенный период времени. Это позволяет учащимся критически оценивать свои работы, лучше понять их достоинства и недостатки, что является стимулом для дальнейшего творческого роста.

Программа предполагает сочетания репродуктивной и творческой деятельности. Во время знакомства с новым материалом деятельность носит репродуктивный характер, так как учащиеся воспроизводят знания и способы действий. Репродуктивная деятельность выражается в форме упражнений. Поиск нового стиля, новых элементов, создания работ по собственному эскизу является примером творческой деятельности.

Среди методов, определяемых по источнику информации, на занятиях используется объяснение, инструктаж (объяснение правильных приемов работы, исправление и предупреждение ошибок), беседа (необходима для приобретения новых знаний и закрепления их путем устного обмена мнениями). Большое образовательно-воспитательное значение имеют беседы. Демонстрационные методы реализуют принцип наглядности обучения. Демонстрация присутствует практически на каждом занятии и сочетается со словесными методами.

Занятия по программе проводятся на основе общих педагогических принципов:

- 1) Принцип доступности и последовательности предполагает построение учебного процесса от простого к сложному.

2) Учет возрастных особенностей – содержание и методика работы должны быть ориентированы на детей конкретного возраста.

3) Принцип наглядности предполагает широкое использование наглядных и дидактических пособий, технических средств обучения, делающих учебно-воспитательный процесс более эффективным.

4) Принцип связи теории с практикой – органичное сочетание в работе с детьми необходимых теоретических знаний и практических умений и навыков.

5) Принцип результативности – в программе должно быть указано, что узнает и чему научится каждый ребенок.

6) Принцип актуальности предполагает максимальную приближенность содержания программы к реальным условиям жизни и деятельности детей.

7) Принцип деятельностного подхода – любые знания приобретаются ребенком во время активной деятельности.

8) Принцип культуросообразности основывается на ценностях региональной, национальной и мировой культуры, технологически реализуется по средствам культурно-средового подхода к организации деятельности в детском объединении.

9) Принцип гармонии простоты и красоты лежит в основе любого вида деятельности, одновременно является критерием творческой деятельности и результатом в процессе саморазвития творческих способностей.

Занятия строятся таким образом, чтобы обучающиеся сознательно и активно овладевали ЗУНами, чтобы у них развивалась творческая активность и самостоятельность. Только с учетом этих принципов могут быть достигнуты высокие результаты в овладении обучающимися знаниями и практическими навыками.

Методика проведения занятия

Основные структурные элементы

- Вступительная часть. Показ готового изделия отдельно и в композиции.

- Подготовительная часть. Разбор форм сложного изделия, определение его исходных форм.

- Основная часть. Поэтапное изготовление изделия по инструкции.

- Заключительная часть. Самостоятельная работа по образцу или завершение изделия, дополнение его самостоятельной фантазийной частью.

5. Список литературы

Для преподавателей

1. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового 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_ajerodtnamiki_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.
 6. 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).
 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

Перечень web-сайтов для дополнительного образования по предмету

1. <https://youtu.be/GtwG5ajQjvA?t=1344>
2. <https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0>
3. <http://alexgyver.ru/quadcopters/>