Департамент Смоленской области по образованию и науке
Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Школа-гимназия» г. Ярцево Смоленской области

Принято на заседании методического совета от «___» _____20__ г. Протокол № _____	Утверждаю: Директор МБОУ «Школа-гимназия» г.Ярцева Смоленской области Басалыга Г.Н. «___» _____20____ г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Квадрокоптеры»

Срок реализации: 1 год

возраст обучающихся 11-14 лет

Автор-составитель: Панков Р.Г.

г. Ярцево, 2023 г.

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа научно-технической направленности «Квадрокоптеры» составлена для ОО и ориентирована на обучающихся, проявляющих интересы и склонности в области информатики, математики, физики, моделирования, конструирования и беспилотной авиации. Является программой научно-технической направленности.

Содержание общеобразовательной программы адаптировано к потребностям конкретного ребенка, проявившего выдающиеся способности, с ограниченными возможностями здоровья, находящегося в трудной жизненной ситуации и обучающегося, проживающего в сельской местности.

Вовлечение детей с ограниченными возможностями здоровья в образовательный процесс обеспечивает условия для успешной социализации и создания равных стартовых возможностей обучающихся.

Реализация программы возможна в форме дистанционного обучения, с использованием современных информационных и телекоммуникационных технологий.

АКТУАЛЬНОСТЬ: Современные тенденции развития роботизированных комплексов в авиации получили реализацию в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад. 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.

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.

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ: к основным отличительным особенностям настоящей программы можно отнести следующие пункты:

- кейсовая система обучения;
- проектная деятельность;
- направленность на soft-skills приемы;
- игропрактика;
- среда для развития разных ролей в команде;
- направленность на развитие системного мышления

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ заключается в получении знаний и умений учащимися, которые позволят им понять основы устройства беспилотного летательного аппарата, принципы работы всех его систем и их взаимодействия, а также управление БПЛА.

АДРЕСАТ: предназначена для обучающихся 11-14 лет

ОБЪЕМ И СРОК ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ: 68 часов

34 недели; 1 раз в неделю, продолжительность занятия - 40 минут.

ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ – очная, с возможностью применения в дистанционном режиме.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА – основной состав обучающихся включает в себя не более 10 человек.

ЦЕЛЬ: обучение пилотированию и знакомство с устройством беспилотных летательных аппаратов.

ЗАДАЧИ:

Образовательные:

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

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.

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.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

- 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 достигать его, при необходимости вносить коррективы в первоначальный замысел;

• сформированность способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

• сформированность у обучающихся самостоятельности 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.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

• 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.

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ: лекции, практические занятия, творческие работы, мастер-классы, мастерские, деловые и ролевые игры, выполнение самостоятельной работы.

На занятиях используются групповые и индивидуально-групповые формы работы.

ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

- выполнения тестов, практических заданий по темам программы.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ урока	№ в разделе	Тема	Количество часов		Форма аттестации
			Теория	Практика	
Блок 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе (10 часов)					
1	1	Вводная лекция о содержании программы	1		Опрос
2	2	Принципы управления и строение мультикоптеров	1		Опрос

3	3	Основы техники безопасности полётов	1		Опрос
4	4	Основы электричества	1		Опрос
5	5	Литий - полимерные аккумуляторы	1		Практическая работа
6	6	Практическое занятия с литий- полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)		1	Практическая работа
7	7	Технология пайки. Техника безопасности.		1	Практическая работа
8	8	Обучение пайке		1	Практическая работа
9	9	Полёты на симуляторе		1	Практическая работа
10	10	Полёты на симуляторе		1	Практическая работа
Блок 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты (25 часов)					
11	1	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	1		Опрос
12	2	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	1		Опрос
13	3	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания	1		Опрос
14	4	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания		1	Практическая работа
15	5	Сборка рамы квадрокоптера	1		Опрос
16	6	Сборка рамы квадрокоптера		1	Практическая работа
17	7	Сборка рамы квадрокоптера		1	Практическая работа

18	8	Пайка ESC, BEC и силовой части	1		Опрос
19	9	Пайка ESC, BEC и силовой части		1	Практическая работа
20	10	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	1		Опрос
21	11	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления		1	Практическая работа
22	12	Инструктаж по технике безопасности полетов	1		Опрос
23	13	Инструктаж по технике безопасности полетов		1	Практическая работа
24	14	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»		1	Практическая работа
25	15	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»		1	Практическая работа
26	16	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»		1	Практическая работа
27	17	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций		1	Практическая работа
28	18	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций		1	Практическая работа
29	19	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций		1	Практическая работа
30	20	Выполнение полётов: «точная посадка на		1	Практическая работа

		удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»			
31	21	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»		1	Практическая работа
32	22	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»		1	Практическая работа
33	23	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»		1	Практическая работа
34	24	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»		1	Практическая работа
35	25	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»		1	Практическая работа
Блок 3. Настройка, установка FPV – оборудования (9 часов)					
36	1	Основы видеотрансляции	1		Опрос
37	2	Применяемое оборудование, его настройка		1	Практическая работа
38	3	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования		1	Практическая работа

39	4	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования		1	Практическая работа
40	5	Пилотирование с использованием FPV-оборудования		1	Практическая работа
41	6	Пилотирование с использованием FPV-оборудования		1	Практическая работа
42	7	Пилотирование с использованием FPV-оборудования		1	Практическая работа
43	8	Пилотирование с использованием FPV-оборудования		1	Практическая работа
44	9	Пилотирование с использованием FPV-оборудования		1	Практическая работа
Блок 4. Работа в группах над инженерным проектом (24 часа)					
45	1	Принципы создания инженерной проектной работы	1		Опрос
46	2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	1		Опрос
47	3	Основы 3D-печати и 3D-моделирования		1	Практическая работа
48	4	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»		1	Практическая работа
49	5	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»		1	Практическая работа
50	6	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»		1	Практическая работа
51	7	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»		1	Практическая работа
52	8	Работа в группах над инженерным проектом		1	Практическая работа

		«Беспилотная авиационная система»			
53	9	Подготовка презентации собственной проектной работы	1		Опрос
54	10	Подготовка презентации собственной проектной работы		1	Практическая работа
55	11	Подготовка презентации собственной проектной работы		1	Практическая работа
56	12	Подготовка презентации собственной проектной работы		1	Практическая работа
57	13	Подготовка презентации собственной проектной работы		1	Практическая работа
58	14	Подготовка презентации собственной проектной работы		1	Практическая работа
59	15	Подготовка презентации собственной проектной работы		1	Практическая работа
60	16	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	1		Опрос
61	17	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта		1	Практическая работа
62	18	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта		1	Практическая работа
63	19	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта		1	Практическая работа
64	20	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта		1	Практическая работа
65	21	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта		1	Практическая работа
66	22	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта		1	Практическая работа

67	23	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта		1	Практическая работа
68	24	Итоговое занятие		1	Практическая работа
			17	51	
Всего часов			68		

Блок 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе (10 часов)

Теория: Основы техники безопасности полётов.

Практика: Полёты на симуляторе.

Блок 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты (25 часов)

Теория: Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера.

Практика: Выполнение полётов

Блок 3. Настройка, установка FPV – оборудования (9 часов)

Теория: Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.

Практика: Пилотирование с использованием FPV- оборудования.

Блок 4. Работа в группах над инженерным проектом (24 часа)

Теория: Принципы создания инженерной проектной работы.

Практика: Презентация и защита группой собственного инженерного проекта.

Календарно - учебный график

Мес яц	№ урока	№ в разделе	Тема	Форма аттестации	Форма занятия/часы	
					Теор.	Практ.
Блок 1. Теория мультироторных систем. Основы управления. Полёты на симуляторе (10 часов)						
	1	1	Вводная лекция о содержании курса	Опрос	1	
	2	2	Принципы управления и строение мультикоптеров	Опрос	1	
	3	3	Основы техники безопасности полётов	Опрос	1	
	4	4	Основы электричества	Опрос	1	
	5	5	Литий - полимерные аккумуляторы	Практическая работа	1	

	6	6	Практическое занятия с литий-полимерными аккумуляторами (зарядка/разрядка/балансировка/хранение)	Практическая работа		1
	7	7	Технология пайки. Техника безопасности.	Практическая работа		1
	8	8	Обучение пайке	Практическая работа		1
	9	9	Полёты на симуляторе	Практическая работа		1
	10	10	Полёты на симуляторе	Практическая работа		1
Блок 2. Сборка и настройка квадрокоптера. Учебные полёты (25 часов)						
	11	1	Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	Опрос	1	
	12	2	Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	Опрос	1	
	13	3	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания	Опрос	1	
	14	4	Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания	Практическая работа		1
	15	5	Сборка рамы квадрокоптера	Опрос	1	
	16	6	Сборка рамы квадрокоптера	Практическая работа		1

	17	7	Сборка рамы квадрокоптера	Практическая работа		1
	18	8	Пайка ESC, BEC и силовой части	Опрос	1	
	19	9	Пайка ESC, BEC и силовой части	Практическая работа		1
	20	10	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	Опрос	1	
	21	11	Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления	Практическая работа		1
	22	12	Инструктаж по технике безопасности полетов	Опрос	1	
	23	13	Инструктаж по технике безопасности полетов	Практическая работа		1
	24	14	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	Практическая работа		1
	25	15	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	Практическая работа		1
	26	16	Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»	Практическая работа		1
	27	17	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо».	Практическая работа		1

			Разбор аварийных ситуаций			
	28	18	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций	Практическая работа		1
	29	19	Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций	Практическая работа		1
	30	20	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	Практическая работа		1
	31	21	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	Практическая работа		1
	32	22	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	Практическая работа		1
	33	23	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка»,	Практическая работа		1

			«змейка», «облет по кругу»			
	34	24	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	Практическая работа		1
	35	25	Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу»	Практическая работа		1
Блок 3. Настройка, установка FPV – оборудования (9 часов)						
	36	1	Основы видеотрансляции	Опрос	1	
	37	2	Применяемое оборудование, его настройка	Практическая работа		1
	38	3	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	Практическая работа		1
	39	4	Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования	Практическая работа		1
	40	5	Пилотирование с использованием FPV- оборудования	Практическая работа		1
	41	6	Пилотирование с использованием FPV- оборудования	Практическая работа		1
	42	7	Пилотирование с использованием FPV- оборудования	Практическая работа		1
	43	8	Пилотирование с использованием FPV- оборудования	Практическая работа		1

	44	9	Пилотирование с использованием FPV- оборудования	Практическая работа		1
Блок 4. Работа в группах над инженерным проектом (24 часа)						
	45	1	Принципы создания инженерной проектной работы	Опрос	1	
	46	2	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	Опрос	1	
	47	3	Основы 3D-печати и 3D-моделирования	Практическая работа		1
	48	4	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	Практическая работа		1
	49	5	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	Практическая работа		1
	50	6	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	Практическая работа		1
	51	7	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	Практическая работа		1
	52	8	Работа в группах над инженерным проектом «Беспилотная авиационная система»	Практическая работа		1
	53	9	Подготовка презентации собственной проектной работы	Опрос	1	

	54	10	Подготовка презентации собственной проектной работы	Практическая работа		1
	55	11	Подготовка презентации собственной проектной работы	Практическая работа		1
	56	12	Подготовка презентации собственной проектной работы	Практическая работа		1
	57	13	Подготовка презентации собственной проектной работы	Практическая работа		1
	58	14	Подготовка презентации собственной проектной работы	Практическая работа		1
	59	15	Подготовка презентации собственной проектной работы	Практическая работа		1
	60	16	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Опрос	1	
	61	17	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Практическая работа		1
	62	18	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Практическая работа		1
	63	19	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Практическая работа		1
	64	20	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Практическая работа		1

	65	21	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Практическая работа		1
	66	22	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Практическая работа		1
	67	23	Презентация и защита группой собственного инженерного проекта	Практическая работа		1
	68	24	Итоговое занятие	Практическая работа		1
					17	51
Всего часов					68	

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Для успешной реализации программы имеются: помещения, удовлетворяющие требованиям к образовательному процессу в учреждениях общеобразовательной организации: кабинет («Точка роста»), конструктор программируемого квадрокоптера, квадрокоптер тренировочный RFT для FPV полетов, компьютеры, проектор, Интернет, комплект наглядных плакатов и прочая атрибутика.

Кадровое обеспечение

Дополнительную образовательную программу реализует педагог с высшим образованием, педагог дополнительного образования.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Итоговый контроль обучающихся осуществляется не реже одного раза в год. Результат определяется оценкой «аттестован»/ «не аттестован». Итоговый контроль обучающихся по Программе проводится в форме практической работы, в ходе которой обучающимся предлагается выполнить теоретическое и практическое задание. Время выполнения задания – 40 минут. Результат работы определяется оценкой «аттестован» в случае, если обучающийся выполнил задание не ниже среднего уровня. Критерии оценки выполнения практического задания:

- низкий уровень - задание выполнено, но допущено много ошибок; (2)
- средний уровень - задание выполнено, допущены незначительные ошибки; (3-4)
- высокий уровень - задание выполнено без ошибок. (5)

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ: технология группового обучения, кейс-технология, технология коллективного взаимообучения, технология развивающего обучения, технология проблемного обучения, здоровьесберегающая технология.

АЛГОРИТМ УЧЕБНОГО ЗАНЯТИЯ

Вид занятия
Тема занятия
Цель занятия
Задачи занятия
Материалы и инструменты
Дидактические материалы

План занятия: организационная часть (2-3 мин.), создание проблемы (5-7 мин.), сообщение новых знаний (10 – 15 мин.), физкультминутка (3-5 мин.), практическая работа учащихся (15-20 мин.), анализ работ (2-3 мин.), подведение итогов (2 – 5 мин.), завершение занятия (2-3 мин.).

В процессе обучения используются следующие **формы учебных занятий**: типовые занятия (объяснения и практические работы) и групповые занятия, а также творческие проекты.

ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ – презентация, видеофрагменты, схемы, образцы, раздаточные материалы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

В процессе изучения программ используется:

- Познавательный (восприятие, осмысление и запоминание учащимися нового материала с привлечением наблюдения готовых примеров, восприятия, анализа и обобщения демонстрируемых материалов).
- Систематизирующий (беседа по теме, составление систематизирующих таблиц, графиков, схем и т.д.).
- Контрольный метод (при выявлении качества усвоения знаний, навыков и умений и их коррекция в процессе выполнения практических заданий).
- Групповая работа.

методы обучения: проблемного обучения

формы организации образовательного процесса: индивидуальная, индивидуально-групповая и групповая;

формы организации учебного занятия: лекции, практическое занятие, «мозговой штурм».

Программа «Аэроквантум (Беспилотные летательные аппараты)» является доступной дополнительной общеобразовательной программой для:

- для детей, проявивших выдающиеся способности;
- для детей с ограниченными возможностями здоровья;
- детей, проживающих в сельской местности и на труднодоступных и отдаленных территориях;
- детей, находящихся в трудной жизненной ситуации

КИМ: тест https://videouroki.net/tests/itoghoyi-tiest-dlia-shkol-nikov.html

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василин, Н. Я. Беспилотные летательные аппараты. М.: Попурри, 2019. - 272 с.

2. Гальперин, М. В. Электротехника и электроника / М.В. Гальперин. - М.: Форум, Инфра-М, 2018. - 480 с.
3. Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2018 No8
4. Мхитарян, А. М. Аэродинамика / А.М. Мхитарян. - М.: ЭКОЛИТ, 2019. - 448 с.
5. Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». Москва, 2016.
6. Прошин, В. М. Сборник задач по электротехнике. Учебное пособие / В.М. Прошин, Г.В. Ярочкина. - М.: Academia, 2019. - 128 с.
7. Яценков В.С. Твой первый квадрокоптер, Теория и практика. Издательство: БХВ- Петербург, 2019. - 256 с.

ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКИ

1. https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344
https://www.youtube.com/watch?v=FF6z-bCo3T0 - лекции от «Коптер-экспресс»:
2. http://alexgyver.ru/quadcopters - Портал, посвященный вадрокоптерам.
3. Судницкий В. Виртуальная реальность в образовании: статья [Электронный ресурс]. https://vrgeek.ru/obrazovanie-v-vr/