

Бюджетное общеобразовательное учреждение города Омска «Средняя общеобразовательная школа №77»



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«Геоинформационные технологии»

Направленность – научно-техническая

Возраст обучающихся – 10-17 лет

Срок реализации – 1 год

Трудоёмкость – 144 часа

Форма реализации – очная

Уровень сложности – стартовый

Автор-составитель:

Танцеров И.А.,

педагог дополнительного образования

ОМСК-2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	
2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН	
3. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	
4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА	
5. УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	
6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность программы Геоинформационные технологии относятся к ключевым технологиям, обеспечивающих устойчивое развитие страны, ее социальной, экономической, экологической и военной безопасности в современном мире. Программа позволяет сформировать у обучающихся устойчивую связь между информационным и технологическим направлениями на основе взаимодействия с реальными пространственными данными, таких как аэрофотосъемка, космическая съемка, векторные карты и др, которые в том числе будут получены при выполнении практических занятий на БПЛА. Это позволит обучающимся получить знания по использованию геоинформационных инструментов и пространственных данных для понимания и изучения основ устройства и конструирования летательных аппаратов. Обучающиеся смогут реализовать командные проекты в сфере исследования окружающего мира; проявить себя во многих областях инженерного творчества, изучить основы программирования, начать использовать в повседневной жизни навигационные сервисы, космические снимки, электронные карты; собирать данные об объектах на местности; создавать 3D-объекты, будь то модели летательных аппаратов или местности (как отдельных зданий, так и целых городов) и многое другое.

Настоящая общеобразовательная развивающая программа дополнительного образования детей имеет *научно-техническую направленность*. Предполагает дополнительное образование детей в области картографии, информационных технологий, съемки и оцифровки земной поверхности, конструирования, моделирования и беспилотной авиации, программа также направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с беспилотными авиационными системами (БАС) и геоинформационными системами (ГИС).

Программа адресована *учащимся 10-17 лет*. Этот возраст – оптимальный этап в становлении мировоззрения и профориентации личности.

Форма обучения *очная*. *Режим занятий* учебных разновозрастных, постоянных групп проводятся: 2 раза в неделю по 2 часа (144 часа).

Основными *формами* образовательного процесса являются: лекции с применением презентаций и научных фильмов, беседы, практические занятия, кейсовая система заданий, упражнения, интегрированные занятия на местности, проблемные и поисковые занятия, обсуждение работ учащихся, защита учебно-исследовательских работ, игропрактики – ролевая и командная, занятия-соревнования.

Целью программы является формирование у обучающихся устойчивых навыков конструирования и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов и геоинформационными технологиями.

Задачи программы

- ✓ Сформировать навыки обработки полученной информации в области геоинформатики;
- ✓ Обучить работе на специализированном оборудовании и в программных средах
- ✓ Сформировать навыки инженерного мышления, умению работать в сфере конструирования, программирования 3D моделирования;
- ✓ Развивать геопространственное мышление.

Планируемые результаты -

Личностные:

- сформированность коммуникативной культуры обучающихся, внимание, уважение к людям;
- развитие трудолюбия, трудовых умений и навыков, широкий политехнический кругозор;
- сформированность умения планировать работу по реализации замысла, способность предвидеть результат и 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:

- 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:

- ✓ самостоятельно решать поставленную задачу, анализируя и подбирая материалы и средства для её решения;
- ✓ уметь находить спутниковые снимки по заданным критериям;

- ✓ знать компоновка элементов БПЛА, подходящая для конкретной задачи и уметь осуществлять настройка БПЛА и проводить аэросъемки;
- ✓ обрабатывать аэросъёмку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трёхмерные модели местности;
- ✓ защищать собственные проекты;
- ✓ выполнять оцифровку;
- ✓ выполнять пространственный анализ;
- ✓ создавать карты;
- ✓ выполнять гис-анализ;
- ✓ моделировать географические объекты и явления;
- ✓ приводить примеры практического использования географических знаний в различных областях деятельности

2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Раздел ы	Наименование темы	Объем часов			Форма контрол я
		Всего часов	В том числе		
			Теория	Практика	
1	2	3	4	5	6
Блок 1.	Картография и ГИС. Основы космической съемки. Ориентирование на местности. Принципы позиционирования.	18	12	6	
	1. Знакомство. Инструктаж по технике безопасности в детском технопарке Кванториум.	2	2	0	
	2. Основа работы с пространственными данными. Что такое карта, и как она развивалась до сегодняшнего дня?	2	2	0	
	3. Современные карты или «Как описать Землю?».	4	2	2	Тестирование.
	4. Принципы дистанционного зондирования Земли из космоса. Современные космические аппараты ДЗЗ. Основы дешифрования космических снимков.	2	2	0	
	5. Основы систем глобального позиционирования «Найди себя на земном шаре».	4	2	2	
	6. Применение ГЛОНАСС для позиционирования.	4	2	2	Практическое задание по позиционированию на территории школы.
Блок 2.	Основа фотографий. Создание трехмерных панорам.	10	4	6	
	1. Введение в фотографию. Основы оптики.	4	2	2	Практическое задание

					по фотосъемке.
	2. Создание панорамного тура.	2	0	2	
	3. Создание стереопанорам. Аппаратное моделирование.	4	2	2	Практическое задание по созданию панорамы.
Блок 3.	История авиации. Аэромоделирование.	10	4	6	
	1. Начала и развитие воздухоплавания.	2	2	0	
	2. Основы полета и аэродинамики.	2	2	0	Тестирование.
	3. Моделирование авиатехники. Основы сборки и работы с фанерой.	6	0	6	Оценка собранной модели.
Блок 4.	Теория мультироторных систем. Основы управления. Полеты на симуляторе.	16	6	10	
	1. Вводное занятие. «Зачем нужны дроны?».	2	2	0	
	2. Принципы управления и строение мультикоптеров.	4	2	2	Практическое задание по ремонту коптера.
	3. Основы техники безопасности полётов.	2	2	0	
	4. Программирование дронов.	2	0	2	
	5. Полёты на симуляторе.	4	0	4	Сдача зачета по пилотированию на симуляторе.
	6. Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки	4	2	2	
Блок	Учебные полеты.	12	2	14	

5.					
	1. Инструктаж по технике безопасности полетов.	2	2	0	
	2. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка»,	2	0	2	Сдача зачета по выполнению элементов полета.
	3. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево- вправо». Разбор аварийных ситуаций.	4	0	4	
	4. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».	4	0	4	
Блок 6.	Основы 3D-моделирования. Конструирование заменяемых узлов коптеров.	10	4	6	
	1. Основы проектирования в САПР. Знакомство с интерфейсом САПР «КОМПАС-3D v20 Учебная версия».	2	2	0	
	2. Моделирование простейших фигур. Понятие размеров и их измерения.	4	2	2	Практическое задание по измерению различных объектов.
	3. Снятие размеров винта. Моделирование винтов коптера по снятым размерам.	2	0	2	
	4. Моделирование рамы коптера. Объединение результатов работы в модель дрона.	2	0	2	Оценка полученной модели.
Блок 7.	Сборка и настройка квадрокоптера.	16	6	10	
	1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.	4	2	2	Тестирование.
	2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.	4	2	2	
	3. Сборка рамы квадрокоптера.	2	0	2	

	4. Техника безопасности при пайке. Теоретические основы. Пайка ESC, BEC и силовой части.	4	2	2	
	5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления.	2	0	2	Практическое задание по пилотированию собранного коптера.
Блок 8.	Настройка, установка FPV – оборудования. Основы съемки с БПЛА.	14	4	10	
	1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.	2	2	0	
	2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.	2	0	2	
	3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.	4	0	4	Сдача зачета по полетам «от первого лица».
	4. Основы съемки с БПЛА. Планирование аэросъемки и съемка по заданию.	6	2	4	Практическое задание по аэросъемке местности и вокруг школы.
Блок 9.	3D-моделирование объектов местности. Методы построения моделей рельефа.	8	6	2	
	1. Методы построения трехмерных моделей.	2	2	0	Практическое задание по измерению расстояний и дальностям.
	2. Точностное 3D-моделирование.	2	2	0	

	3. Фототекстурирование.	4	2	2	Практическое задание по созданию модели класса.
Блок 10.	Инструменты и технологии создания карт.	12	8	4	
	1. Основы создания современных карт, инструменты создания современных карт.	2	2	0	Тестирование.
	2. Принципы функционирования и передачи информации в веб-ГИС. Тематический сбор данных.	4	2	2	
	3. ГИС-анализ. Мобильные ГИС-приложения.	2	2	0	
	4. Оцифровка и создание карт. Компоновка карты и публикация данных.	4	2	2	Практическое задание по созданию карты.
Блок 11.	Работа в группах над инженерным проектом.	18	4	14	
	1. Принципы создания инженерной проектной работы.	2	0	2	Самостоятельная подготовка
	2. Работа в группах над заданием на выбор: «Создание собственного Веб-портала» или «Проектирование модели квадрокоптера».	12	2	10	групповых инженерных проектов.
	3. Подготовка презентации собственной проектной работы.	2	2	0	Самостоятельный контроль.
	<u>Итоговый контроль</u>	2	0	2	Защита проекта
	Итого:	144	60	84	144

3. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Блок 1.

Тема 1. Знакомство. Инструктаж по технике безопасности в детском технопарке Кванториум.

Тема 2. Основа работы с пространственными данными. Что такое карта, и как она развивалась до сегодняшнего дня?

История и развитие картографии. Изучение изменения представления человека и о Земле и карт различных эпох. Знакомство с современными цифровыми картами.

Тема 3. Современные карты или «Как описать Землю?».

Изучение способов представления земной поверхности на плоскости. Знакомство с погрешностью карт и практическое изучение их на примере сайта mercator-puzzle-redux.

Тема 4. Принципы дистанционного зондирования Земли из космоса. Современные космические аппараты ДЗЗ. Основы дешифрования космических снимков.

Знакомство со снимками Земли из космоса. Изучение методов съемки и систем спутникового слежения.

Тема 5. Основы систем глобального позиционирования «Найди себя на земном шаре».

Знакомство с системами координат, понятиями широты и долготы. Изучение метода триангуляции и практическое задание по определению координат класса школы.

Тема 6. Применение ГЛОНАСС для позиционирования.

Знакомство с ГИС-системой ГЛОНАСС. Изучение принципов работы и теоретических основ ГИС-систем.

Блок 2.

Тема 1. Введение в фотографию. Основы оптики.

Знакомство с историей фотографии, изучение теоретических и практических основ оптики.

Тема 2. Создание панорамного тура.

Изучение методов создания панорам, практическое задание по созданию панорамы школы.

Тема 3. Создание стереопанорам. Аппаратное моделирование.

Изучение методов передачи глубины на плоскости. Создание стереопанорамы на основе предыдущей работы. Знакомство с методами аппаратного моделирования.

Блок 3.

Тема 1. Начала и развитие воздухоплавания.

Знакомство с историей воздухоплавания. Практическое занятие по изучению принципа полета летательного аппарата легче воздуха.

Тема 2. Основы полета и аэродинамики.

Знакомство с историей авиации. Изучение теоретических основ принципа полета летательного аппарата тяжелее воздуха.

Тема 3. Моделирование авиатехники. Основы сборки и работы с фанерой.

Конструирование неуправляемого летательного аппарата. Запуск и дальнейшее исправление допущенных ошибок при конструировании с разбором причин.

Блок 4.

Тема 1. Вводное занятие. «Зачем нужны дроны?».

Знакомство с историей развития беспилотных летательных аппаратов и сфер их применения.

Тема 2. Принципы управления и строение мультикоптеров.

Изучение теоретических основ строения мультикоптеров, сравнение с другими летательными аппаратами.

Тема 3. Основы техники безопасности полётов. Программирование дронов.

Изучение методов программирования полета дронов. Основы ориентации дрона в пространстве. Написание программ для дронов по заданию.

Тема 4. Полёты на симуляторе.

Изучение методов моделирования управления дроном. Практические занятия для ознакомления с пилотированием.

Тема 5. Обучение навыкам пилотирования квадрокоптера на примере игрушки заводской сборки.

Занятия по практическому пилотированию.

Блок 5.

Тема 1. Инструктаж по технике безопасности полетов.

Занятия по практическому пилотированию.

Тема 2. Первые учебные полёты: «взлёт/посадка».

Занятия по практическому пилотированию.

Тема 3. Полёты: «удержание на заданной высоте», перемещения «вперед-назад», «влево-вправо». Разбор аварийных ситуаций.

Занятия по практическому пилотированию.

Тема 4. Выполнение полётов: «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу».

Занятия по практическому пилотированию.

Блок 6.

Тема 1. Основы проектирования в САПР. Знакомство с интерфейсом САПР «КОМПАС-3D v20 Учебная версия».

Изучение основ инженерной графики. Знакомство с устройством и принципом функционирования САПР.

Тема 2. Моделирование простейших фигур. Понятие размеров и их измерения.

Изучение основ начертательной геометрии. Практическое задание по измерению объектов в классе.

Тема 3. Снятие размеров винта. Моделирование винтов коптера по снятым размерам.

Тема 4. Моделирование рамы коптера. Объединение результатов работы в модель дрона.

Блок 7.

Тема 1. Управление полётом мультикоптера. Принцип функционирования полётного контроллера и аппаратуры управления.

Тема 2. Бесколлекторные двигатели и регуляторы их хода. Платы разводки питания.

Тема 3. Сборка рамы квадрокоптера.

Тема 4. Техника безопасности при пайке. Теоретические основы. Пайка ESC, BEC и силовой части.

Тема 5. Основы настройки полётного контроллера с помощью компьютера. Настройка аппаратуры управления.

Блок 8.

Тема 1. Основы видеотрансляции. Применяемое оборудование, его настройка.

Тема 2. Установка и подключение радиоприёмника и видеооборудования.

Тема 3. Пилотирование с использованием FPV-оборудования.

Тема 4. Основы съёмки с БПЛА. Планирование аэросъёмки и съёмка по заданию.

Блок 9.

Тема 1. Методы построения трехмерных моделей.

Тема 2. Точностное 3D-моделирование.

Тема 3. Фототекстурирование.

Блок 10.

Тема 1. Основы создания современных карт, инструменты создания современных карт.

Тема 2. Принципы функционирования и передачи информации в веб-ГИС. Тематический сбор данных.

Тема 3. ГИС-анализ. Мобильные ГИС-приложения.

Тема 4. Оцифровка и создание карт. Компоновка карты и публикация данных.

Блок 11.

Тема 1. Принципы создания инженерной проектной работы.

Тема 2. Работа в группах над заданием на выбор: «Создание собственного Веб-портала» или «Проектирование модели квадрокоптера».

Тема 3. Подготовка презентации собственной проектной работы.

4. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Планируемые результаты	Показатели оценки и результативности	Форма контроля и оценивания
Личностные	<p>имеет внутреннюю позицию на уровне положительного отношения к обучению;</p> <p>имеет учебно-познавательный интерес к новому предметному материалу и способам решения частной задачи;</p> <p>умеет корректно отстаивать свою точку зрения;</p> <p>умение работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учёта интересов;</p>	<p>Наблюдение, самооценка, анкетирование, результаты представления проектов на занятиях.</p>
Метапредметные	<p>работает по предложенному педагогом плану;</p> <p>– умеет выбирать целевые установки для своих действий и поступков;</p> <p>- выполняет учебноисследовательскую работу;</p> <p>– участвует в конференциях;</p> <p>– умеет работать с различными источниками информации (учебной, научно-популярной, интернетресурсами);</p> <p>- умеет творчески подходить к собственной деятельности;</p> <p>- развиты познавательные интересы, интеллектуальные и творческие способности;</p> <p>– умеет рационально организовать рабочее место;</p> <p>- умеет самостоятельно планировать пути достижения целей, в том числе альтернативные,</p>	<p>Тестирование, саморефлексия, проходит после изучения каждого раздела программы;</p> <p>тестирование, проверочное занятие, викторина, анализ творческих работ, наблюдение за коллективной работой по выполнению и защите проектов, наблюдение за динамикой становления личностных качеств учащихся</p>

	осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач	
Предметные	<ul style="list-style-type: none"> ✓ самостоятельно решать поставленную задачу, анализируя и подбирая материалы и средства для её решения; ✓ уметь находить спутниковые снимки по заданным критериям; ✓ знать компоновка элементов БПЛА, подходящая для конкретной задачи и уметь осуществлять настройка БПЛА и проводить аэросъемки; ✓ обрабатывать аэросъёмку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трёхмерные модели местности; ✓ защищать собственные проекты; ✓ выполнять оцифровку; ✓ выполнять пространственный анализ; ✓ создавать карты; ✓ выполнять гис-анализ; ✓ моделировать географические объекты и явления; ✓ приводить примеры практического использования географических знаний в различных областях деятельности 	<p>Практическое задание по позиционированию на территории школы.</p> <p>Практическое задание по фотосъемке.</p> <p>Практическое задание по созданию панорамы.</p> <p>Оценка собранной модели</p> <p>Практическое задание по ремонту коптера</p> <p>Практическое задание по измерению различных объектов. Практическое задание по аэросъемке местности вокруг школы. подготовка групповых инженерных проектов.</p>

5. УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебного кабинета
Учебная аудитории для проведения лекционных, практических и проектных работ	<p>Учебная аудитория оснащена мебелью на 15 посадочных мест.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Квадрокоптер маленький ROBOMASTER TT TELLO TALENT – FCC ID: 2A00E – WM0041801. IC: 23508-WM0041801 – 20 штук. 2. Квадрокоптер большой MAVIC 2 PRO WITH SMART CONTROLLER – СМІТ ID: 2018AP3184. FCC ID: SS3-L1P1805. IC: 11805A-L1P1805. – 4 штук. 3. Планшет BQ Tablet Armor Pro LTE+ - BQ 1022L – 5 штук. 4. Планшет SAMSUNG Galaxy Tab A – SM-T295NZKASER – 1штука. 5. Роутер XIAOMI Mi Router 4C – 300Mbps High – Speed – Model: R4CM – SKU: DVB4231GL – 2 штуки. 6. GPS Навигатор туристический Garmin eTrex 10 – ID: 010-00970-01 – 3 штук. 7. Фотоаппарат зеркальный 	644043 Омск, Омская обл., ул. Волочаевская, 17Г, аудитория 103

	<p>Canon EOS 2000D – ID: EF-S 18-55 III Kit – 4 штук.</p> <p>8. Сверхширокоугольный объектив «рыбий глаз» Meike МК-8mm F3.5 Canon EF-mount – 2 штуки.</p> <p>9. Проектор InFocus – ID: IN112BB – 1 штука.</p> <p>10. Подставка для камеры SIRUI – 2 штуки.</p> <p>11. 3д принтер DOBOT MOOZ-2 PLUS – ID: 2AH14-MOOZ-2-PLUS</p> <p>12. МФУ Xerox WorkCentre 6515 Model: NL-5928 RC.</p> <p>13. Профессиональная шаровая головка Leofoto – WARRANTY CARD – 2 штуки.</p> <p>14. Зарядная станция для ноутбуков.</p> <p>15. Ноутбук Acer LAPTOP- PFVF2QGR – NXVPRER0081211B3AC7 600 (103-1).</p> <p>16. Ноутбук Acer LAPTOP- PFVF2QGR – NXVPRER0081211B39776 00 (103-2).</p> <p>17. Ноутбук Acer LAPTOP- PFVF2QGR – NXVPRER0081211B35D7 600 (103-3).</p> <p>18. Ноутбук Acer LAPTOP- PFVF2QGR – NXVPRER0081211B5CE7</p>	
--	---	--

	<p>600 (103-5).</p> <p>19. Ноутбук Acer LAPTOP-PFVVF2QGR – NXVPRER0081211B32C7 600 (103-6).</p> <p>20. Ноутбук Acer LAPTOP-PFVVF2QGR – NXVPRER0081211B3BB7 600 (103-7).</p> <p>21. Ноутбук Acer LAPTOP-PFVVF2QGR – NXVPRER0081211B2D47 600 (103-8).</p> <p>22. Ноутбук Acer LAPTOP-PFVVF2QGR – NXVPRER0081211B3877600 (103-9) (Разбитый).</p> <p>23. Ноутбук Acer LAPTOP-PFVVF2QGR – NXVPRER0081211B34E7 600 (103-10).</p> <p>24. Компьютерная мышь ОКЛИК – Модель – 325M ID: 1091340 – 8 штук.</p> <p>25. Зарядки для ноутбуков Chicony – 8 штук.</p> <p style="text-align: center;">Мебель</p> <p>1. Парты – 6 штук.</p> <p>2. Стулья – 13 штук.</p> <p>3. Столы – 3 штуки.</p> <p>4. Шкафчики – 8 штук.</p> <p>5. Большой шкаф – 1 штука.</p> <p>6. Стеллаж металлический – 2</p>	
--	--	--

	<p>штуки.</p> <p>7. Стеллаж обычный – 2 штуки.</p> <p>8. Кресло – 1 штука.</p> <p>9. Летательная клетка – 2 штуки (1 стоит в Проектной зоне, а другая в сумке).</p> <p>10. Доска меловая пяти санкционная - № 101360817 – 1 штука.</p> <p>11. Экран для проектора – 1 штука.</p> <p>–</p>	
--	---	--

Кадровые условия реализации программы

Обучение осуществляется высококвалифицированными преподавателями-практиками, экспертами в области естественнонаучного цикла и информационных технологий (ГИС), имеющих опыт обучения детей по программам дополнительного образования.

Для реализации программы в плане проведения практических и лекционных занятий требуется преподаватель, имеющий высшее естественнонаучное образование и опыт научно-исследовательской деятельности и преподавательской в вузе.

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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_ajerodnamiki_Riga.pdf (дата обращения 31.10.2016).
5. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории

- беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. – М: Астрэль, 2019.- 129 с.
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
 8. Редакция Tom's Hardware Guide. FPV- мультикоптеры: обзор технологии и железа. 25 июня 2014. Режим доступа: http://www.thg.ru/consumer/obzor_fpv_multicopterov/print.html (дата обращения 31.10.2016).
 9. Alderete T.S. “Simulator Aero Model Implementation” NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа: <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf> (дата обращения 31.10.2016).
 10. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2009. Pp. 722-727. 4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2011. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf (дата обращения 31.10.2016).
 11. Лекции от «Коптер-экспресс» <https://youtu.be/GtwG5ajQJvA?t=1344>