

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 аэрофотосъёмка, космическая съёмка, 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
<b>Блок 1.</b>	<b>Картография и ГИС. Основы космической съемки. Ориентирование на местности. Принципы позиционирования.</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	
	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.
<b>Блок 2.</b>	<b>Основа фотографий. Создание трехмерных панорам.</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	
	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.
<b>Блок 3.</b>	<b>История авиации. Аэромоделирование.</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	
	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.
<b>Блок 4.</b>	<b>Теория мультироторных систем. Основы управления. Полеты на симуляторе.</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	
	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	
<b>Блок</b>	<b>Учебные полеты.</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	

<b>5.</b>					
	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	
<b>Блок 6.</b>	<b>Основы 3D-моделирования. Конструирование заменяемых узлов коптеров.</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	
	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.
<b>Блок 7.</b>	<b>Сборка и настройка квадрокоптера.</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	
	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.
<b>Блок 8.</b>	<b>Настройка, установка FPV – оборудования. Основы съемки с БПЛА.</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	
	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.
<b>Блок 9.</b>	<b>3D-моделирование объектов местности. Методы построения моделей рельефа.</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	
	1. Методы построения трехмерных моделей.	2	2	0	Практическое задание по измерению расстояний дальнометром.
	2. Точностное 3D-моделирование.	2	2	0	

	3. Фототекстурирование.	4	2	2	Практическое задание по созданию модели класса.
<b>Блок 10.</b>	<b>Инструменты и технологии создания карт.</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	
	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.
<b>Блок 11.</b>	<b>Работа в группах над инженерным проектом.</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	
	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	ка групповых инженерных проектов.
	3. Подготовка презентации собственной проектной работы.	2	2	0	Самостоятельный контроль.
	<u>Итоговый контроль</u>	2	0	2	Защита проекта
	<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>60</b>	<b>84</b>	<b>144</b>

### 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"> <li>✓ самостоятельно решать поставленную задачу, анализируя и подбирая материалы и средства для её решения;</li> <li>✓ уметь находить спутниковые снимки по заданным критериям;</li> <li>✓ знать компоновка элементов БПЛА, подходящая для конкретной задачи и уметь осуществлять настройка БПЛА и проводить аэросъемки;</li> <li>✓ обрабатывать аэросъёмку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трёхмерные модели местности;</li> <li>✓ защищать собственные проекты;</li> <li>✓ выполнять оцифровку;</li> <li>✓ выполнять пространственный анализ;</li> <li>✓ создавать карты;</li> <li>✓ выполнять гис-анализ;</li> <li>✓ моделировать географические объекты и явления;</li> <li>✓ приводить примеры практического использования географических знаний в различных областях деятельности</li> </ul>	<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*

<b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования</b>	<b>Фактический адрес учебного кабинета</b>
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"> <li>1. Квадрокоптер маленький ROBOMASTER TT TELLO TALENT – FCC ID: 2A00E – WM0041801. IC: 23508-WM0041801 – 20 штук.</li> <li>2. Квадрокоптер большой MAVIC 2 PRO WITH SMART CONTROLLER – СМІТ ID: 2018AP3184. FCC ID: SS3-L1P1805. IC: 11805A-L1P1805. – 4 штук.</li> <li>3. Планшет BQ Tablet Armor Pro LTE+ - BQ 1022L – 5 штук.</li> <li>4. Планшет SAMSUNG Galaxy Tab A – SM-T295NZKASER – 1штука.</li> <li>5. Роутер XIAOMI Mi Router 4C – 300Mbps High – Speed – Model: R4CM – SKU: DVB4231GL – 2 штуки.</li> <li>6. GPS Навигатор туристический Garmin eTrex 10 – ID: 010-00970-01 – 3 штук.</li> <li>7. Фотоаппарат зеркальный</li> </ol>	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](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](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](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>