

Департамент образования, науки и молодежной политики
Воронежской области

Государственное бюджетное учреждение дополнительного
образования Воронежской области

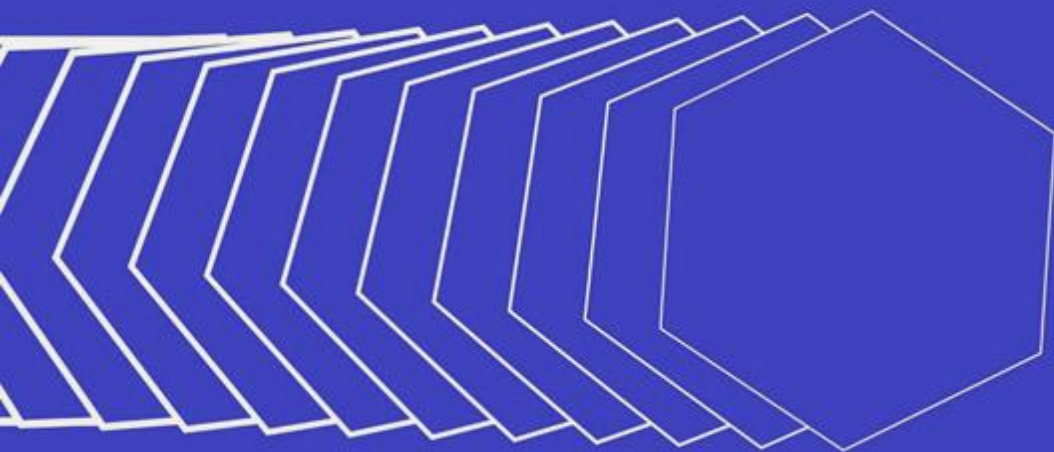
**«Центр инженерных компетенций детей и молодежи
«Кванториум»**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая
программа

«Пространственное моделирование»

Возраст обучающихся: 11-17 лет

Срок реализации: 1 год



Автор-составитель: Давлетова О.Г.,
педагог дополнительного образования

**ТЕХНИЧЕСКАЯ
НАПРАВЛЕННОСТЬ**

г. Воронеж, 2022

Дополнительная общеобразовательная программа «Пространственное моделирование» погружает обучающихся в выполнение реальных задач, связанных с фотограмметрической обработкой материалов аэро- и наземных съемок с целью создания различных видов пространственных данных.

Данная программы разработана в соответствии со следующими нормативно-правовым требованиям законодательства в сфере образования:

1. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

2. Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 г. № 09-3242 «Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)».

3. Приказ Минобрнауки России № 845, Минпросвещения России № 369 от 30 июля 2020 г. «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность».

4. Устав государственного бюджетного учреждения дополнительного образования воронежской области «Центр инженерных компетенций детей и молодежи «Кванториум».

Актуальность программы

В течение последнего десятилетия потребность в трехмерных цифровых моделях местности с точки зрения различных технических приложений возросла многократно и для этого есть ряд причин. Прежде всего, значительно расширилась функциональность и техническая база применения ставших уже традиционными географических информационных систем (ГИС) и систем виртуальной реальности. В области авиационных съемочных систем давно произошел переход на цифровые камеры. Использование емких носителей, идущих вместе с камерой, на борту

самолета позволяет делать съемку с большими перекрытиями. Такая съемка увеличивает точность фотограмметрической обработки, позволяет строить точные плотные модели местности.

В то же время существенно изменились требования как к качеству моделей, так и к производительности технологий, применяемых для их производства. Этим объясняется возросшая актуальность разработки специальных алгоритмов и цифровых фотограмметрических систем для обработки данных различных видов съемки: космической, авиационной, наземной.

Разнообразие объектов, цифровые модели которых востребованы в различных информационных системах, чрезвычайно велико, от рельефа земной поверхности до зданий городской застройки и отдельных объектов - элементов сцены. Наряду с различными типами серийных домов сюда входят уникальные исторические здания, а также неповторимые произведения искусства, такие, как барельефы и скульптуры.

Целевая аудитория и её потребности

Целевой аудиторией данной программы являются обучающиеся общеобразовательных школ возраста 11-17 лет. Группы формируются по возрастным категориям 11-13 и 14-17 лет. Для каждой возрастной категории определяются образовательные задачи.

Программа реализуется с 2018 года и каждый год проходит этапы анализа и доработки в соответствии с возрастными потребностями и запросами обучающихся. В конце учебного года проводится анкетирование родителей, обучающихся и учителей-предметников сетевого взаимодействия из школ партнеров, по итогам которого формируются индивидуальные образовательные маршруты для каждой возрастной категории обучающихся, включающиеся вариативную часть по содержанию отдельных разделов и тем практических занятий (дорабатываются текущие темы и добавляются новые).

Срок реализации программы: 1 год.

Форма обучения: очная.

Режим занятий: 2 раза в неделю по 2 академических часа.

Цель программы: сформировать навыки по созданию 3D-моделей на основе цифровых фотографий, подготавливать и печатать 3D-модели, научиться работать с данными имитационного моделирования для реализации командных и личных проектов.

Задачи программы:

Образовательные:

Для возрастной категории 11-13 лет:

- познакомить с вводными понятиями в сфере геопространственных технологий, аэросъемки, фотограмметрии;
- сформировать навыки работы с имитационным моделированием;
- обучить приемам сбора и представления пространственных данных;
- сформировать общенаучные навыки работы с пространственными данными;
- обучить методам создания панорамных фотографий с использованием объектива Рыбий глаз;
- обучить правилам безопасной работы с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА);
- научить вручную создавать 3D модели объектов местности.

Для возрастной категории 14-17 лет:

- познакомить с основными понятиями в сфере геопространственных технологий, аэросъемки, фотограмметрии и картографирования;
- сформировать навыки работы с «цифровыми двойниками» и имитационным моделированием;
- обучить приемам сбора, анализа и представления пространственных данных;
- сформировать общенаучные и технологические навыки работы с пространственными данными;
- обучить методам создания панорамных туров с использованием фотосъемки;
- обучить правилам безопасного пилотирования и съемки беспилотными летательными аппаратами (БПЛА);
- научить автоматизированно создавать 3D модели объектов местности.

Развивающие:

- научить грамотно интерпретировать общепредметные понятия, корректно применять полученные знания;
- развивать навык анализа, синтеза и интерпретирования информации;
- сформировать навык планирования образовательной деятельности;
- организовать использование компьютерных технологий в процессе образовательной и творческой деятельности;
- создать условия для взаимодействия обучающихся;
- научить объективно оценивать ситуацию, принимать альтернативные пути решений поставленных задач;
- создать комфортные условия для самореализации и самоанализа.

Воспитательные:

- научить грамотно воспринимать, анализировать и транслировать информацию;
- научить своевременно и адекватно реагировать на изменения в окружающем мире;
- развивать коммуникативные навыки;
- формировать умение анализировать поставленные задачи;
- организовать сбалансированный образовательный и творческий процесс, направленный на самореализацию участников;
- научить бережно относиться к материальным и духовным ценностям.

Учебный план

№п/п	Название раздела	Количество акад.часов			Форма контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ. Определение уровня начальной подготовки обучающихся.	2	1	1	Анкета
2.	Основы фотограмметрии.	18	2	16	Кейс 1 «Моделирование памятника Фронтовому Почтальону»
3.	Основы работы с пространственными данными.	20	4	16	Кейс 2 «Карта родного города»
4.	Введение в имитационное моделирование.	12	8	4	Просмотр работ по основным инструментам

5.	Имитационное моделирование и анализ ситуаций.	22		22	Кейс 3 «Моделирование дорожного перекрёстка»
6.	3D-моделирование и печать.	16	3	13	Кейс 4 «Моделирование домов и геопривязка»
7.	3D-моделирование рельефа местности.	8	1	7	Просмотр работ по работе с Песочницей
8.	ГИС-анализ.	20	6	14	Кейс 5 «Создание интерактивной карты ООПТ Воронежской области»
9.	Аэрофотосъемка с геопривязкой.	14	3	11	Кейс 6 «Создание 3D-модели карьера»
10.	Создание панорам и виртуальных туров.	10	1	9	Кейс 7 «Создание виртуального тура по технопарку»
11.	Итоговая аттестация.	2		2	
	Итого	144	29	115	

Содержание учебного плана

Тема	Содержание	Форма работы	Количество акад. часов	
			Теория	Практика
Вводное занятие.	План работы группы по вводному модулю. Правила и культура поведения на занятиях. Правила и техника безопасности. Знакомство. Обзор тематики направления Геоквантум. Представление проектных работ, выполняемых в рамках обучения.	семинар / практическое занятие	1	1
Основы фотографии и формирование изображений. Принцип работы фотокамеры и основные параметры съемки.	История фотографии. Основы фотографии и формирование изображений: как правильно фотографировать, параметры фотосъемки – выдержка, диафрагма, экспозиция, экспомер, светочувствительность, фокусное расстояние. Режимы съемки. Шумы. Глубина резкости. Баланс белого цвета. Настройка режимов фотосъемки. Съемка с различными параметрами. Анализ фотографий.	семинар / практическое занятие	1	1
Создание стиливых фотографий – портрет, макросъемка, ночная съемка.	Принципы создания стиливых фотографий. Настройка фотоаппарата для создания портретной фотографии, макросъемки, ночной съемки. Фотографирование объектов, подготовка локации и проведение ночной съемки.	семинар / практическое занятие	1	1
Сценарии съемки для создания 3D-моделей.	Основные правила фотосъёмки для создания 3D-моделей. Калибровка объектива и обработка снимков.	практическое занятие		2
Основные этапы работы в ПО Agisoft. Улучшение	Настройка программы ПО Agisoft. Загрузка и выравнивание снимков. Построение плотного облака точек.	практическое занятие		2

результатов выравнивания камер.	Построение и текстурированные трехмерной полигональной модели. Построение ЦММ. Построение ортофотоплана. Сохранение промежуточных результатов Экспорт результатов. Создание трека камеры и видеообзора модели (эффект fly through). Калибровка камеры и оптимизация.			
Редактирование 3D-модели в ПО Agisoft.	Использование масок. Редактирование облака точек и геометрии модели.	практическое занятие		2
Использование блоков в ПО Agisoft.	Создание и выравнивание блоков. Пакетная обработка.	практическое занятие		2
Редактирование итоговой модели в MeshMixer.	Импорт модели. Настройка ориентации. Удаление ошибок при создании модели. Отсечение ровного основания. Создание дополнительных текстур.	практическое занятие		2
Создание модели к конкурсу Scan the World.	Выбор объектов. Проведение фотосъемки. Обработка данных фотосъемки.	практическое занятие		2
Обработка модели.	Проведение всех этапов обработки фотографий в ПО Agisoft Metashape. Конечная обработка модели в MeshMixer. Загрузка работ и подача заявки на конкурс.	практическое занятие		2
Основные понятия геоинформатики и ГИС. Программное обеспечение.	Совершенствование пространственного сознания. Понятие географической информации, географических данных, ГИС-технологиях, геоинформатике. Функции, назначение, области применения и перспективы развития ГИС. Функциональные части и компоненты ГИС. Пространственные характеристики данных. Типы и свойства геоизображений. Программное обеспечение.	беседа /презентация	2	
Географические карты и основы их формирования. Условные знаки и принципы их отображения на карте.	Примеры карт. Карта как модель представления реальности. Характеристики карт: условные обозначения, картографические символы, масштаб, картографические проекции, системы координат. Работа с различными видами карт: общегеографические, метеорологические, зоологические, карты растительности, почвенные, геологические, изображения ДЗЗ. Временные ряды карт.	семинар / практическое занятие	1	1
Типы данных в ГИС. Технологии работы с пространственными данными.	Векторные модели данных: типы и способы получения. Метрические и топологические свойства объектов. Ориентированные и неориентированные векторные объекты. Вопросы точности векторных данных. Ошибки цифровых карт. Растровые модели данных: типы, способы получения, подготовки и обработки. Характеристики растровых моделей данных. Подготовка карты к процессу оцифровки. Методы ввода векторных данных. Создание точечных,	семинар / практическое занятие	1	1

	линейных и полигональных объектов. Методы создания растровых данных.			
Начало работы с ArcGIS Online. Стилевое оформление слоев.	Создание и стиливое оформление топографической карты из стандартного набора слоев. Использование типов легенды отдельный символ и уникальное значение. Настройки отображения растровых данных.	практическое занятие		2
Создание таблицы данных для выгрузки слоя. Настройка всплывающих окон.	Работа с атрибутивными таблицами объектов: определение структуры, редактирование, заполнение данных. Подписывание и стиливое оформление объектов на основе атрибутивных таблиц.	практическое занятие		2
Работа с общедоступными слоями. Настройка пользовательских символов.	Добавление общедоступных слоёв на карту. Регулировка видимости слоёв для создания мультимасштабной карты. Настройка пользовательских символов под выбранные атрибутивные данные. Добавление визуальных эффектов.	практическое занятие		2
Преобразование отчета о планировании в карту-историю.	Создание дизайна обложки. Добавление информации о планирование из отчета. Добавление 3D-веб-сцены местности. Интеграция интерактивных компонентов.	практическое занятие		2
Создание интерактивной карты технопарка.	Выбор участка, определение набора и типов слоев для оцифровки территории, прилегающей к технопарку Кванториум. Определение структуры атрибутивных данных. Создание проекта в ГИС ArcGIS. Оцифровка объектов различных типов (точки, линии, полигоны). Редактирование и атрибутирование данных.	практическое занятие		2
Создание карт для конкурса «Географические открытия».	Выбор тематики карты. Сбор и анализ информации. Добавление данных на карту.	практическое занятие		2
Оформление работ.	Визуализация информации. Настройка отображения всех частей карты. Подготовка к отправке работ и подача заявок.	практическое занятие		2
Что такое «цифровые двойники» и где они применяются. Их необходимость в современной жизни.	Понятие «цифровой двойник», виды «цифровых двойников» - прототип (DTP), экземпляр (DTI), агрегированный двойник (DTA). Задачи, решаемые «цифровыми двойниками», области применения. Их необходимость в современной жизни.	семинар	2	
Программное обеспечение, используемое для создания моделей.	Выделение программного обеспечения для работы с имитационным моделированием. Этапы обработки модели. Технические особенности проектов «цифровых двойников».	семинар	2	
Основы работы в ПО AnyLogic.	Применение ПО AnyLogic в различных отраслях сферы жизнедеятельности. Многоподходное моделирование. Рабочая среда программы и основные инструменты для работы. Изучение инструментов. Построение простейшей модели движения.	семинар / практическое занятие	1	1

Библиотека дорожного движения.	Понятие «библиотека дорожного движения». Особенности детального моделирования перемещения автомобилей по дорожной сети. Анализ загруженности дорожной сети. Работа с инструментами для моделирования улиц, дорог, технологических проездов.	семинар / практическое занятие	1	1
Библиотека пешеходного движения.	Понятие «библиотека пешеходного движения». Сбор статистики плотности движения пешеходов, времени ожидания в очереди, тестирование различных конфигураций помещений. Работа с инструментами для создания пешеходных моделей внутри зданий и на улицах.	семинар / практическое занятие	1	1
ГИС-инструменты.	Интеграция ГИС-карт и связанных с ними данных в имитационную модель. Работа с данными в автономном режиме. Размещение агентов в точках на карте и их перемещение по существующим дорогам и маршрутам.	семинар / практическое занятие	1	1
Организация движения на перекрестке.	Подключение космоснимка изучаемого перекрестка. Отрисовка дорог и настройка движения по полосам. Добавление агентов «Car», настройка внешнего вида и организация движения по перекрестку.	практическое занятие		2
Размещение светофоров и оптимизация светофорных фаз.	Размещение светофоров на перекрестке. Настройка светофорных фаз во избежание создания затора на дороге. Добавление парковочных зон и зон остановок общественного транспорта.	практическое занятие		2
Анализ пропускной способности дорог, включая статистику возникновения пробок и заторов.	Анализ пропускной способности моделируемого перекрестка. Изучение статистики возникновения пробок и заторов на дорогах. Моделирование возможных способов увеличения пропускной способности дороги.	практическое занятие		2
Интеграция общественных объектов и зданий в дорожную сеть.	Создание общественных объектов и зданий. Интегрирование в дорожную сеть. Добавление агентов «Human».	практическое занятие		2
Оценка пропускной способности зданий и отдельных объектов внутри них.	Задание поведения пешеходов с помощью диаграмма процессов. Работа с агентным моделированием. Анализ статистики модели, определение вместительности и пропускной способности объекта моделирования.	практическое занятие		2
Создание и обоснование планов эвакуации при ЧС.	Анализ маршрутов для эвакуации из моделируемого здания при ЧС. Оценка поведения людей в экстремальной ситуации. Выявление мест, потенциально не безопасных в экстремальной ситуации.	практическое занятие		2
Оценка доступности парковок, дорожной сети и общественного транспорта.	Моделирование транспортной доступности объекта. Анализ пешеходных потоков в соответствии с их источниками и направлениями движений.	практическое занятие		2

Организация и оптимизация работы склада.	Задание детальной структуры склада с учетом топологии: точного расположения зон, оборудования и путей движения техники. Задание графика прихода товаров и поступления заказов на склад.	практическое занятие		2
Оптимизация логистической сети.	Построение плана размещения ритейлеров. Построение стратегического и тактического логистического планов, оценка их выполнимости.	практическое занятие		2
Создание имитационной модели к конкурсу ProLogic.	Выбор тематики модели. Сбор и анализ информации. Добавление данных на модель.	практическое занятие		2
Оформление работ.	Визуализация информации. Настройка отображения всех частей модели. Проверка работоспособности, устранение неполадок. Подготовка к отправке работ и подача заявок.	практическое занятие		2
Знакомство с ПО SketchUp. Изучение инструментов.	Что такое 3D-моделирование. Какие бывают виды моделирования. Изучение внешнего вида рабочей среды ПО SketchUp. Изучение основных инструментов для моделирования. Построение простейших объектов – квадрат, прямоугольник, куб, шар, цилиндр.	семинар / практическое занятие	1	1
Использование инструментов: «Карандаш», «Вдавить/выдавить», «Окружность».	Использование инструментов «Карандаш», «Вдавить/Выдавить», «Окружность». Построение простейшего домика с окнами.	практическое занятие		2
Использование инструментов: «Выделение», «Перемещение», «Дуга». Использование чётких размеров построения.	Использование инструментов «Выделение», «Перемещение», «Дуга». Редактирование домика под реальные размеры.	практическое занятие		2
Построение крыши с Г-образным «коньком». Моделирование комнаты.	Построение домика с крышей с Г-образным коньком. Планирование и моделирование комнаты внутри домика.	практическое занятие		2
Использование инструментов: «Сдвиг», «Ведение». Геопривязка модели для Google Earth.	Добавление дополнительных деталей для домика. Подготовка модели для географической привязки. Привязка модели к географической карте.	практическое занятие		2
Построение 3D-модели здания в ПО SketchUp.	Построение 3D-модели здания детского технопарка Кванториум.	практическое занятие		2
Понятие 3D-печати. Виды 3D-принтеров. Принцип работы 3D-принтера.	Что такое 3D-печать и для чего она используется. Виды 3D-принтеров и пластика для печати. Этапы работы принтера.	семинар	2	

Экспорт моделей и 3D-печать.	Подготовка моделей и проверка на висячие точки. Экспорт моделей из ПО SketchUp в формате «.stl». Печать моделей на 3D-принтере.	семинар / практическое занятие		2
Работа с «Песочницей» в ПО SketchUp.	Изучение набора инструментов «Песочница». Построение рельефа местности из сетки.	семинар / практическое занятие	1	1
Отрисовка изолиний карты.	Выбор реальной карты местности с изолиниями. Отрисовка в ПО SketchUp изолиний с помощью «Свободной линии».	практическое занятие		2
Создание рельефа с помощью инструмента «Из контуров».	Поднятие изолиний на определенные высоты. Построение рельефа с помощью инструмента «Из контуров». Визуальное оформление рельефа.	практическое занятие		2
Создание модели города.	Дорисовка зданий и дорог. Использование инструментов «Драпировка» и «Оттиск».	практическое занятие		2
Знакомство с основными этапами сбора, обработки и представления геоданных.	Технология сбора, обработки и представления геоданных. Развитие навыков работы с технологией DataScout.	семинар / практическое занятие	1	1
Основы работы мобильных приложений по сбору данных.	Технология работы мобильных приложений. Развитие навыков работы с формами для мобильных приложений.	семинар / практическое занятие	1	1
Создание формы для мобильного ГИС-приложения.	Технология создания форм для мобильных приложений. Развитие навыков создания собственных форм для сбора пространственных данных.	семинар / практическое занятие	1	1
Осуществление сбора данных с помощью мобильного ГИС-приложения.	Технология сбора данных с помощью мобильного ГИС-приложения. Развитие навыков работы с формами для сбора пространственных данных.	практическое занятие		2
Работа с атрибутивными данными в настольной ГИС.	Развитие навыков объединения собранных геоданных в единый пакет, фильтрации данных, разработки легенды, а также наполнения вспомогательными слоями.	практическое занятие		2
Виды космических аппаратов. Типы данных ДЗЗ и основные характеристики.	Виды съемки и снимков. Спутниковые группировки. Характеристики КС по спектральному диапазону, по масштабу, обзорности, пространственному и временному разрешению. Целевое назначение КС в зависимости от характеристик. Характеристики электромагнитного излучения и спектральных диапазонов. Зоны атмосферного поглощения. Изучение особенностей КС, выполненных различными сенсорами.	семинар / практическое занятие	1	1
Улучшение характеристик КС. Мозаика, удаление облачности и дымки.	Основы улучшения спектральных и пространственных характеристик изображений. Компенсация атмосферной дымки. Основы слияния изображений. Настройка яркостных характеристик КС. Удаление облачной дымки с КС.	семинар / практическое занятие	1	1

Основы дешифрирования космоснимков. Временной анализ КС.	Основные понятия классификации данных КС. Назначение классификации. Типы классификации. Отображение результатов классификации. Основы временного анализа изменений по космическим снимкам. Типы задач. Неуправляемая классификация КС методом ISODATA. Анализ изменений во времени по одному каналу. Многоканальный анализ временных изменений.	семинар / практическое занятие	1	1
Разработка макета карт к Всероссийскому Фестивалю карт.	Выбор тематики карты. Сбор и анализ информации. Добавление данных на карту.	практическое занятие		2
Оформление работ.	Визуализация информации. Настройка отображения всех частей карты. Подготовка к отправке работ и подача заявок.	практическое занятие		2
ТБ по пилотированию. Правила пилотирования. Полёт «квадрат» и «зиг-заг».	Изучение техники безопасности при подготовке к полету и во время пилотирования. Последовательность действий при взлёте и посадке. Правила управления. Пилотирование коптером DJI Phantom 4. Отработка взлёта, «квадрата», «зиг-зага» и посадки.	семинар / практическое занятие	1	1
Съемка местности и отдельных объектов с БПЛА.	Съемка местности и отдельных объектов с БПЛА. Условия, необходимые параметры, режимы. Полет на квадрокоптере и съемка фасада здания технопарка.	семинар / практическое занятие	1	1
Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели рельефа местности.	Условия, возможности и ограничения по созданию 3D-модели местности и рельефа. Примеры. Алгоритм подготовки и обработки данных для 3D-моделирования. Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели рельефа местности.	семинар / практическое занятие	1	1
Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели здания.	Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели отдельных зданий (учебные примеры) и Адмиралтейской (Успенской) церкви в г. Воронеж.	практическое занятие		2
Геопривязка 3D-модели.	Задание системы координат. Работа с кодированными и некодированными марками.	практическое занятие		2
Разработка 3D-моделей к конкурсу НИР.	Выбор темы задания. Проведение съемки объекта для 3D-модели. Выгрузка фотографий.	практическое занятие		2
Оформление моделей.	Проведение всех этапов обработки фотографий в ПО Agisoft Metahape. Конечная обработка модели в MeshMixer. Загрузка работ и подача заявки на конкурс.	практическое занятие		2
Оборудование, технологии и ПО для создания сферических	Оборудование, технологии и ПО для создания сферических панорам и панорамных туров. Настройка оборудования для съемки сферических панорам. Фотографирование	семинар / практическое занятие	1	1

панорам и панорамных туров.	помещения Геоквантум и зоны 3D. Сборка двух сферических панорам и создание панорамного тура.			
Создание переходов между панорамами.	Ручная и автоматическая установка точек перехода.	практическое занятие		2
Настройка вида проекции. Добавление инфоточек и выбор оформления.	Применение разных проекций «Rectilinear», «Stereographic» или «Fisheye» и установка ограничений просмотра. Создание полигональных и точечных активных зон. Добавление аннотаций, фото и видеоточек, фонового звука. Настройка оформления.	практическое занятие		2
Создание и обработка сферических панорам с БПЛА.	Съемка сферических панорам с БПЛА. Обработка фотографий для создания сферических панорам. Создание сферических панорам и сборка панорамного тура.	практическое занятие		2
Экспорт виртуального тура.	Обзор современных форматов для экспорта в веб-среду. Экспорт виртуального тура в формат HTML5.	практическое занятие		2
Итоговая аттестация	Проведение итоговой аттестации и показ проделанных за год работ.	практическое занятие		2

Содержание тем учебно-тематического плана

1. Вводное занятие.

Теория. План работы группы по вводу модулю. Правила и культура поведения на занятиях. Правила и техника безопасности. Знакомство. Обзор тематики направления Геоквантум. Представление проектных работ, выполняемых в рамках обучения.

Практика. Определение базового уровня начальной подготовки обучающихся и понимания работы с картографической информацией.

2. Основы фотограмметрии.

2.1. Основы фотографии и формирование изображений. Принцип работы фотокамеры и основные параметры съемки.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. История фотографии. Основы фотографии и формирование изображений: как правильно фотографировать, параметры фотосъемки – выдержка, диафрагма, экспозиция, экспомер, светочувствительность, фокусное расстояние. Режимы съемки. Шумы. Глубина резкости. Баланс белого цвета.

Практика. Настройка режимов фотосъемки. Съемка с различными параметрами. Анализ фотографий.

2.2. Создание стилизованных фотографий – портрет, макросъемка, ночная съемка.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Принципы создания стилизованных фотографий. Настройка фотоаппарата для создания портретной фотографии, макросъемки, ночной съемки.

Практика. Фотографирование объектов, подготовка локации и проведение ночной съемки.

2.3. Сценарии съемки для создания 3D-моделей.

Метод/Форма: практическое занятие.

Теория. Основные правила фотосъемки для создания 3D-моделей

Практика. Калибровка объектива и обработка снимков.

2.4. Основные этапы работы в ПО Agisoft. Улучшение результатов выравнивания камер.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Настройка программы ПО Agisoft. Загрузка и выравнивание снимков. Построение плотного облака точек. Построение и текстурированные трехмерной полигональной модели. Построение ЦММ. Построение ортофотоплана. Сохранение промежуточных результатов Экспорт результатов. Создание трека камеры и видеообзора модели (эффект fly through). Калибровка камеры и оптимизация.

2.5. Редактирование 3D-модели в ПО Agisoft.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Использование масок. Редактирование облака точек и геометрии модели.

2.6. Использование блоков в ПО Agisoft.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Создание и выравнивание блоков. Пакетная обработка.

2.7. Редактирование итоговой модели в MeshMixer.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Импорт модели. Настройка ориентации. Удаление ошибок при создании модели. Отсечение ровного основания. Создание дополнительных текстур.

2.8. Создание модели к конкурсу Scan the World.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Выбор объектов. Проведение фотосъемки. Обработка данных фотосъемки.

2.9. Обработка модели.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Проведение всех этапов обработки фотографий в ПО Agisoft Metashape. Конечная обработка модели в MeshMixer. Загрузка работ и подача заявки на конкурс.

3. Основы работы с пространственными данными.

3.1. Основные понятия геоинформатики и ГИС. Программное обеспечение.

Метод/Форма: беседа /презентация.

Теория. Совершенствование пространственного сознания. Понятие географической информации, географических данных, ГИС-технологиях, геоинформатике. Функции, назначение, области применения и перспективы развития ГИС. Функциональные части и компоненты ГИС. Пространственные характеристики данных. Типы и свойства геоизображений. Программное обеспечение.

3.2. Географические карты и основы их формирования. Условные знаки и принципы их отображения на карте.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Примеры карт. Карта как модель представления реальности. Характеристики карт: условные обозначения, картографические символы, масштаб, картографические проекции, системы координат,

Практика. Работа с различными видами карт: общегеографические, метеорологические, зоологические, карты растительности, почвенные, геологические, изображения ДЗЗ. Временные ряды карт.

3.3. Типы данных в ГИС. Технологии работы с пространственными данными.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Векторные модели данных: типы и способы получения. Метрические и топологические свойства объектов. Ориентированные и неориентированные векторные объекты. Вопросы точности векторных данных. Ошибки цифровых карт. Растровые модели данных: типы, способы получения, подготовки и обработки. Характеристики растровых моделей данных.

Практика. Подготовка карты к процессу оцифровки. Методы ввода векторных данных. Создание точечных, линейных и полигональных объектов. Методы создания растровых данных.

3.4. Начало работы с ArcGIS Online. Стилизовое оформление слоев.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Создание и стилизованное оформление топографической карты из стандартного набора слоев. Использование типов легенды отдельный символ и уникальное значение. Настройки отображения растровых данных.

3.5. Создание таблицы данных для выгрузки слоя. Настройка всплывающих окон.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Работа с атрибутивными таблицами объектов: определение структуры, редактирование, заполнение данных. Подписывание и стилизованное оформление объектов на основе атрибутивных таблиц.

3.6. Работа с общедоступными слоями. Настройка пользовательских символов.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Добавление общедоступных слоёв на карту. Регулировка видимости слоёв для создания мультимасштабной карты. Настройка пользовательских символов под выбранные атрибутивные данные. Добавление визуальных эффектов.

3.7. Преобразование отчета о планировании в карту-историю.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Создание дизайна обложки. Добавление информации о планировании из отчета. Добавление 3D-веб-сцены местности. Интеграция интерактивных компонентов.

3.8. Создание интерактивной карты технопарка.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Выбор участка, определение набора и типов слоев для оцифровки территории, прилегающей к технопарку Кванториум. Определение структуры атрибутивных данных. Создание проекта в ГИС ArcGIS. Оцифровка объектов различных типов (точки, линии, полигоны). Редактирование и атрибутирование данных.

3.9. Создание карт для конкурса «Географические открытия».

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Выбор тематики карты. Сбор и анализ информации. Добавление данных на карту.

3.10. Оформление работ.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Визуализация информации. Настройка отображения всех частей карты. Подготовка к отправке работ и подача заявок.

4. Введение в имитационное моделирование.

4.1. Что такое «цифровые двойники» и где они применяются. Их необходимость в современной жизни.

Метод/Форма: семинар.

Теория. Понятие «цифровой двойник», виды «цифровых двойников» - прототип (DTP), экземпляр (DTI), агрегированный двойник (DTA). Задачи, решаемые «цифровыми двойниками», области применения. Их необходимость в современной жизни.

4.2. Программное обеспечение, используемое для создания моделей.

Метод/Форма: семинар.

Теория. Выделение программного обеспечения для работы с имитационным моделированием. Этапы обработки модели. Технические особенности проектов «цифровых двойников».

4.3. Основы работы в ПО Anylogic.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Применение ПО AnyLogic в различных отраслях сферы жизнедеятельности. Многоподходное моделирование. Рабочая среда программы и основные инструменты для работы.

Практика. Изучение инструментов. Построение простейшей модели движения.

4.4. Библиотека дорожного движения.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Понятие «библиотека дорожного движения». Особенности детального моделирования перемещения автомобилей по дорожной сети. Анализ загруженности дорожной сети.

Практика. Работа с инструментами для моделирования улиц, дорог, технологических проездов.

4.5. Библиотека пешеходного движения.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Понятие «библиотека пешеходного движения». Сбор статистики плотности движения пешеходов, времени ожидания в очереди, тестирование различных конфигураций помещений.

Практика. Работа с инструментами для создания пешеходных моделей внутри зданий и на улицах.

4.6. ГИС-инструменты.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Интеграция ГИС-карт и связанных с ними данных в имитационную модель. Работа с данными в автономном режиме.

Практика. Размещение агентов в точках на карте и их перемещение по существующим дорогам и маршрутам.

5. Имитационное моделирование и анализ ситуаций.

5.1. Организация движения на перекрестке.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Подключение космоснимка изучаемого перекрестка. Отрисовка дорог и настройка движения по полосам. Добавление агентов «Car», настройка внешнего вида и организация движения по перекрестку.

5.2. Размещение светофоров и оптимизация светофорных фаз.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Размещение светофоров на перекрестке. Настройка светофорных фаз во избежание создания затора на дороге. Добавление парковочных зон и зон остановок общественного транспорта.

5.3. Анализ пропускной способности дорог, включая статистику возникновения пробок и заторов.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Анализ пропускной способности моделируемого перекрестка. Изучение статистики возникновения пробок и заторов на дорогах. Моделирование возможных способов увеличения пропускной способности дороги.

5.4. Интеграция общественных объектов и зданий в дорожную сеть.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Создание общественных объектов и зданий. Интегрирование в дорожную сеть. Добавление агентов «Human».

5.5. Оценка пропускной способности зданий и отдельных объектов внутри них.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Задание поведения пешеходов с помощью диаграмма процессов. Работа с агентным моделированием. Анализ статистики модели, определение вместительности и пропускной способности объекта моделирования.

5.6. Создание и обоснование планов эвакуации при ЧС.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Анализ маршрутов для эвакуации из моделируемого здания при ЧС. Оценка поведения людей в экстремальной ситуации. Выявление мест, потенциально не безопасных в экстремальной ситуации.

5.7. Оценка доступности парковок, дорожной сети и общественного транспорта.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Моделирование транспортной доступности объекта. Анализ пешеходных потоков в соответствии с их источниками и направлениями движений.

5.8. Организация и оптимизация работы склада.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Задание детальной структуры склада с учетом топологии: точного расположения зон, оборудования и путей движения техники. Задание графика прихода товаров и поступления заказов на склад.

5.9. Оптимизация логистической сети.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Построение плана размещения ритейлеров. Построение стратегического и тактического логистического планов, оценка их выполнимости.

5.10. Создание имитационной модели к конкурсу ProLogic.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Выбор тематики модели. Сбор и анализ информации. Добавление данных на модель.

5.11. Оформление работ.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Визуализация информации. Настройка отображения всех частей модели. Проверка работоспособности, устранение неполадок. Подготовка к отправке работ и подача заявок.

6. 3D-моделирование и печать.

6.1. Знакомство с ПО SketchUp. Изучение инструментов.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Что такое 3D-моделирование. Какие бывают виды моделирования. Изучение внешнего вида рабочей среды ПО SketchUp. Изучение основных инструментов для моделирования.

Практика. Построение простейших объектов – квадрат, прямоугольник, куб, шар, цилиндр.

6.2. Использование инструментов: «Карандаш», «Вдавить/выдавить», «Окружность».

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Использование инструментов «Карандаш», «Вдавить/Выдавить», «Окружность». Построение простейшего домика с окнами.

6.3. Использование инструментов: «Выделение», «Перемещение», «Дуга». Использование чётких размеров построения.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Использование инструментов «Выделение», «Перемещение», «Дуга». Редактирование домика под реальные размеры.

6.4. Построение крыши с Г-образным «коньком». Моделирование комнаты.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Построение домика с крышей с Г-образным коньком. Планирование и моделирование комнаты внутри домика.

6.5. Использование инструментов: «Сдвиг», «Ведение». Геопривязка модели для Google Earth.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Добавление дополнительных деталей для домика. Подготовка модели для географической привязки. Привязка модели к географической карте.

6.6. Построение 3D-модели здания в ПО SketchUp.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Построение 3D-модели здания детского технопарка Кванториум.

6.7. Понятие 3D-печати. Виды 3D-принтеров. Принцип работы 3D-принтера.

Метод/Форма: семинар.

Теория. Что такое 3D-печать и для чего она используется. Виды 3D-принтеров и пластика для печати. Этапы работы принтера.

6.8. Экспорт моделей и 3D-печать.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Подготовка моделей и проверка на висячие точки. Экспорт моделей из ПО SketchUp в формате «.stl». Печать моделей на 3D-принтере.

7. 3D-моделирование рельефа местности.

7.1. Работа с «Песочницей» в ПО SketchUp.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Изучение набора инструментов «Песочница».

Практика. Построение рельефа местности из сетки.

7.2. Отрисовка изолиний карты.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Выбор реальной карты местности с изолиниями. Отрисовка в ПО SketchUp изолиний с помощью «Свободной линии».

7.3. Создание рельефа с помощью инструмента «Из контуров».

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Поднятие изолиний на определенные высоты. Построение рельефа с помощью инструмента «Из контуров». Визуальное оформление рельефа.

7.4. Создание модели города.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Дорисовка зданий и дорог. Использование инструментов «Драпировка» и «Оттиск».

8. ГИС-анализ.

8.1. Знакомство с основными этапами сбора, обработки и представления геоданных.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Технология сбора, обработки и представления геоданных.

Практика. Развитие навыков работы с технологией DataScout.

8.2. Основы работы мобильных приложений по сбору данных.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Технология работы мобильных приложений.

Практика. Развитие навыков работы с формами для мобильных приложений.

8.3. Создание формы для мобильного ГИС-приложения.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Технология создания форм для мобильных приложений.

Практика. Развитие навыков создания собственных форм для сбора пространственных данных.

8.4. Осуществление сбора данных с помощью мобильного ГИС-приложения.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Технология сбора данных с помощью мобильного ГИС-приложения. Развитие навыков работы с формами для сбора пространственных данных.

8.5. Работа с атрибутивными данными в настольной ГИС.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Развитие навыков объединения собранных геоданных в единый пакет, фильтрации данных, разработки легенды, а также наполнения вспомогательными слоями.

8.6. Виды космических аппаратов. Типы данных ДЗЗ и основные характеристики.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Виды съемки и снимков. Спутниковые группировки.

Характеристики КС по спектральному диапазону, по масштабу, обзорности, пространственному и временному разрешению. Целевое назначение КС в зависимости от характеристик. Характеристики электромагнитного излучения и спектральных диапазонов. Зоны атмосферного поглощения.

Практика. Изучение особенностей КС, выполненных различными сенсорами.

8.7. Улучшение характеристик КС. Мозаика, удаление облачности и дымки.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Основы улучшения спектральных и пространственных характеристик изображений. Компенсация атмосферной дымки. Основы слияния изображений.

Практика. Настройка яркостных характеристик КС. Удаление облачной дымки с КС.

8.8. Основы дешифрирования космоснимков. Временной анализ КС.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Основные понятия классификации данных КС. Назначение классификации. Типы классификации. Отображение результатов классификации. Основы временного анализа изменений по космическим снимкам. Типы задач.

Практика. Неуправляемая классификация КС методом ISODATA. Анализ изменений во времени по одному каналу. Многоканальный анализ временных изменений.

8.9. Разработка макета карт к Всероссийскому Фестивалю карт.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Выбор тематики карты. Сбор и анализ информации. Добавление данных на карту.

8.10. Оформление работ.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Визуализация информации. Настройка отображения всех частей карты. Подготовка к отправке работ и подача заявок.

9. Аэрофотосъемка с геопривязкой.

9.1. ТБ по пилотированию. Правила пилотирования. Полёт «квадрат» и «зиг-заг».

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Изучение техники безопасности при подготовке к полету и во время пилотирования. Последовательность действий при взлёте и посадке. Правила управления.

Практика. Пилотирование коптером DJI Phantom 4. Отработка взлёта, «квадрата», «зиг-зага» и посадки.

9.2. Съёмка местности и отдельных объектов с БПЛА.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Съёмка местности и отдельных объектов с БПЛА. Условия, необходимые параметры, режимы.

Практика. Полет на квадрокоптере и съемка фасада здания технопарка.

9.3. Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели рельефа местности.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Условия, возможности и ограничения по созданию 3D-модели местности и рельефа. Примеры. Алгоритм подготовки и обработки данных для 3D-моделирования.

Практика. Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели рельефа местности.

9.4. Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели здания.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели отдельных зданий (учебные примеры) и Адмиралтейской (Успенской) церкви в г. Воронеж.

9.5. Геопривязка 3D-модели.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Задание системы координат. Работа с кодированными и некодированными марками.

9.6. Разработка 3D-моделей к конкурсу НИР.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Выбор темы задания. Проведение съемки объекта для 3D-модели. Выгрузка фотографий.

9.7. Оформление моделей.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Проведение всех этапов обработки фотографий в ПО Agisoft Metashape. Конечная обработка модели в MeshMixer. Загрузка работ и подача заявки на конкурс.

10. Создание панорам и виртуальных туров.

10.1. Оборудование, технологии и ПО для создания сферических панорам и панорамных туров.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие.

Теория. Оборудование, технологии и ПО для создания сферических панорам и панорамных туров.

Практика. Настройка оборудования для съемки сферических панорам. Фотографирование помещения Геоквантум и зоны 3D. Сборка двух сферических панорам и создание панорамного тура.

10.2. Создание переходов между панорамами.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Ручная и автоматическая установка точек перехода.

10.3. Настройка вида проекции. Добавление инфоточек и выбор оформления.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Применение разных проекций «Rectilinear», «Stereographic» или «Fisheye» и установка ограничений просмотра. Создание полигональных и точечных активных зон. Добавление аннотаций, фото и видеоточек, фонового звука. Настройка оформления.

10.4. Создание и обработка сферических панорам с БПЛА.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Съемка сферических панорам с БПЛА. Обработка фотографий для создания сферических панорам. Создание сферических панорам и сборка панорамного тура.

10.5. Экспорт виртуального тура.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика. Обзор современных форматов для экспорта в веб-среду. Экспорт виртуального тура в формат HTML5.

11. Итоговая аттестация.

Метод/Форма: практическое занятие.

Практика: Проведение итоговой аттестации и показ сделанных за год работ.

Ожидаемые результаты освоения программы

Личностные результаты:

- воспитание ответственного отношения к информации, ее распространению, а также личной ответственности за качество окружающей информационной среды;
- овладение навыками адаптации к изменениям в окружающем мире;
- развитие способности самостоятельно и в группах решать поставленные задачи, анализируя и подбирая ресурсы и средства для их решения;
- воспитание уважительного отношения к людям с иным мнением и интересами, поиск компромиссов;
- формирование мотивов учебной деятельности и личностного смысла образования;
- воспитание бережного отношения к материальным и духовным ценностям;
- развитие умения самостоятельно осознавать причины своего успеха или неуспеха и поиска выходов из ситуации неуспеха.

Метапредметные результаты:

- развитие умения ориентироваться в образовательном пространстве за счет осознанного использования общепредметных понятий;
- развитие навыка применения решений наивысшего качества, основанных на логической и комплексной переработке, систематизации информации;
- развитие умения планировать, контролировать и оценивать учебные действия в соответствии с поставленной задачей и условиями реализации;
- совершенствование умения использовать компьютерные и коммуникационные технологии как инструмент достижения целей;
- совершенствование умения взаимодействовать и сотрудничать с людьми с целью достижения персональных и общих результатов;
- развитие умения сверять свои действия с целью и результатом, оценивать их.

Предметные результаты:

Знать:

- основы и принципы аэросъемки;

- технологии получения и обработки материалов аэросъемки;
- устройство современных картографических сервисов;
- инструменты визуализации пространственных данных;
- основы фотографии;
- основы картографии;
- принципы фотограмметрического моделирования;
- печать 3D-моделей;
- принципы имитационного моделирования;
- принципы панорамной съемки.

Навыки:

- обработки аэросъемки и получения точных ортофотопланов и автоматизированных трехмерных моделей местности;
- выполнения оцифровки;
- сбора и обработки пространственных данных;
- анализа ситуаций и поиска решений с помощью ПО AnyLogic;
- моделирования и печати 3D объектов;
- создания фототекстур;
- создания панорам;
- работы с цифровыми моделями рельефа в ПО Agisoft Metashape.

Технологические компетенции.

- работать с программными средствами общего и специального назначения для обработки изображений;
- использовать специальные средства и методы фотограмметрической обработки и интерпретации изображений и картографической информации;
- формирование массивов опорных и контрольных точек;
- выполнение контроля измерений координат и опорных контрольных точек на местности и их вычислений по снимкам;
- использовать отечественные картографические материалы и картографические материалы зарубежных стран.

Материально-техническое обеспечение

Оборудование, необходимое для реализации программы

№ п/п	Наименование	Кол-во	Срок амортизации, лет
Базовый комплект учебного и лабораторного оборудования.			
1.	Программно-аппаратный учебный комплекс "DataScout. Аэросъёмка+3DГород"	1	5
2.	Программно-аппаратный учебный комплекс "DataScout. Космосъёмка"	1	5
3.	Программно-аппаратный учебный комплекс для школьников "DataScout. Городской исследователь"	1	5
4.	Базовый комплект наглядных пособий и методических материалов "Геоинформатика-Цифровая Земля"	1	5
Компьютерное и периферийное оборудование базового комплекта			
5.	Точка доступа WiFi 1 Гбит/сек	1	5
6.	Цветное многофункционально-печатающее устройство (МФУ) формата А3 с комплектом расходных материалов (картриджи, бумага)	1	5
7.	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	1	5
8.	3D очки	15	5
9.	Презентер	1	5
Компьютерное оборудование (дополнение к базовому комплекту, необходимо для повышения интерактивности занятий за счёт большего числа экранов)			
10.	Интерактивный комплекс	1	5
11.	Флипчарт	1	5
Аддитивные технологии (базовый комплект)			
12.	3D-принтер расширенного формата с источником бесперебойного питания (FDM технология)	10	5

Кадровое обеспечение

Педагог дополнительного образования, имеющий высшее образование или среднее профессиональное образование инженерно-технической специальности согласно пункту 1.2.1 Должностной инструкции.

Формы аттестации:

- Решение кейсовых заданий;
- Анкетирование.

Оценочные материалы.

Для проведения промежуточных и итоговых аттестаций используются следующие оценочные материалы: анкетирование, кейсы, собеседование, тестирование (приложение 1-2).

Программу обеспечивает учебно-методический комплекс:

1. Геоквантум тулкит. Быстров Антон Юрьевич. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 –128 с.

2. Консультационно-образовательная онлайн-среда «Геознание»
<https://geoknowledge.ru/>

3. «Учимся шевелить мозгами». Общекомпетентностные упражнения и тренировочные занятия. Марина Ракова и др. Сборник методических материалов. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2017 – 128 с.

Дидактический материал (приложение к программе)

1. Комплект наглядных пособий «Геоинформатика.
2. Программное обеспечение ГИС QGIS (<https://qgis.org/en/site/>), ArcGIS (<https://www.arcgis.com/index.html>), Agisoft Metashape Professional, AnyLogic (<https://www.anylogic.ru/>), SketchUp, DJI Go.
3. Рабочие материалы и упражнения для выполнения заданий в ArcGIS Online (<https://learn.arcgis.com/ru/gallery/>).
4. Рабочие материалы и упражнения для выполнения заданий в AnyLogic.
5. Онлайн-уроки по работе в SketchUp (<https://www.youtube.com/watch?v=oT0b00heZ1I&t=4s>).

Список литературы для педагога

1. Алмазов И.В., Алтынов А.Е., Севастьянова М.Н., Стеценко А.Ф. Сборник контрольных вопросов по дисциплинам «Аэрофотография», «Аэросъёмка», «Аэрокосмические методы съёмки». – М.: МИИГАиК, 2006. – 35 с. URL: <https://ru.b-ok.xyz/book/2715053/afeee9> (дата обращения: 30.01.2020).

2. Баева Е.Ю. Общие вопросы проектирования и составления карт: для студентов специальности «Картография и геоинформатика» – М.: МИИГАиК, 2014.–48с.URL:

<http://www.miigaik.ru/upload/iblock/e4c/e4c54f622723451e93b56d8e940f7d3a.pdf>
(дата обращения: 30.01.2020).

3. Верещака Т.В., Качаев Г.А. Методическое пособие по использованию топографических карт для оценки экологического состояния территории. – М.: МИИГАиК, 2013. – 65 с. URL: <http://metodichka.x-pdf.ru/15informatika/357017-1-vereschaka-kachaev-metodicheskoe-posobie-ispolzovaniyu-topograficheskikh-kart-dlya-ocenki-ekologicheskogo-sostoyaniya-territo.php> (дата обращения: 30.01.2020).

4. Верещака Т.В., Курбатова И.Е. Методическое пособие по курсу «Экологическое картографирование». – М.: МИИГАиК, 2012. – 29 с. URL: <http://new.z-pdf.ru/33biologiya/372822-1-moskovskiy-gosudarstvenniy-universitet-geodezii-kartografii-miigaik-vereschaka-kurbatova-metodicheskoe.php> (дата обращения: 30.01.2020).

5. Иванов А.Г., Загребин Г.И. Атлас картографических проекций на крупные регионы Российской Федерации: учебно-наглядное издание. – М.: МИИГАиК, 2012. – 19 с. URL: http://center.cartlab.ru/wp-content/uploads/2013/08/Атлас_проекций_Иванов_Загребин.pdf (дата обращения: 30.01.2020).

6. Иванов А.Г., Крылов С.А., Загребин Г.И. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Цифровая картография». Для студентов 3 курса по направлению подготовки «Картография и геоинформатика» – М.: МИИГАиК, 2012. – 40 с. URL: <http://center.cartlab.ru/wp-content/uploads/2013/08/Цифровая-картография.pdf> (дата обращения: 30.01.2020).

7. Иванов Н.М., Лысенко, Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов: учебник для ВУЗов. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 544 с. URL: <http://baumanpress.ru/books/531/531.pdf> (дата обращения: 30.01.2020)
8. Киенко Ю.П. Основы космического природоведения: учебник для ВУЗов. – М.: Картгеоцентр - Геодезиздат, 1999. – 285 с.
9. Косинов А.Г., Лурье И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Под ред. А.М.Берлянта. Учебное пособие – М.: изд. Научный мир, 2003. – 168 с. URL: <https://b-ok2.org/book/2842876/f854da> (дата обращения: 30.01.2020).
10. Макаренко А.А., В.С. Моисеева В.С., Степанченко А.Л. Учебное пособие по курсовому проектированию по курсу "Общегеографические карты" / Под общей редакцией Макаренко А.А. – М.: МИИГАиК, 2014. – 55 с. URL: <http://doc.knigi-x.ru/22informatika/418341-1-makarenko-moiseeva-stepanchenko-proektirovanie-redakcionnaya-podgotovka-obshegeograficheski.php> (дата обращения: 30.01.2020).
11. Петелин А. 3D-моделирование в SketchUp 2015 – от простого к сложному. Самоучитель – М.: ДМК Пресс, 2015. – 370 с.
12. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений. Под ред. Школьного Л.А. – ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. – 530 с.
13. Редько А.В., Константинова Е.В. Фотографические процессы регистрации информации. – СПб.: ПОЛИТЕХНИКА, 2005. – 570 с.
14. Проект GISGeo – геомаркетинг, пространственный анализ и применение ГИС в бизнесе. <http://gisgeo.org/>
15. ГИС-Ассоциация – сообщество профессионалов в области геоинформационных технологий. <http://gisa.ru/>.
16. GISlab – неформальное сообщество специалистов в области ГИС и ДЗЗ. <http://gis-lab.info/>
17. Геопортал планетных данных. Комплексная лаборатория исследования внеземных территорий. МГУ. – <http://carsrv.mexlab.ru/geoportal>
18. OSM – сообщество картографов по работе с открытыми пространственными данными. <http://www.openstreetmap.org/>

19. Геопортал Роскосмоса – <http://gptl.ru/>.

20. «Геоматика» — интернет-издание о дистанционном зондировании Земли и геоинформационных технологиях. <http://geomatica.ru/>

21. ArcReview – ежеквартальный журнал, посвященный технологиям географических информационных систем (ГИС) и их применению в разнообразных сферах человеческой деятельности. <https://www.dataplus.ru/news/arcreview/>

22. Геопрофи – научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации. <http://геопрoфи.ru/>

23. Геодезия и Картография – журнал по тематике в областях геодезии, картографии, кадастра, навигации, дистанционного зондирования земли из космоса, ГИС-технологий, инфраструктуры пространственных данных, строительства, архитектуры, дорожного хозяйства и многих других. <https://geocartography.ru/>

24. Геодезия и Аэрофотосъемка – журнал по фундаментальным и прикладным проблемам геодезии. <http://journal.miigaik.ru/>

Список литературы для обучающихся

1. Кравцова В.И. Космические снимки и экологические проблемы нашей планеты: книга для детей и их родителей – М.: Сканэкс, 2011. – 254 с.

2. Ллойд Б. История географических карт. – М.: Центрполиграф, 2006. – 479 с. URL: <https://e-libra.ru/read/439818-istoriya-geograficheskikh-kart.html>

3. Видеоуроки Скетчпад для начинающих. URL: <https://gsketchup.ru/uroki/>

4. Онлайн карта ветров – <https://earth.nullschool.net/ru/>

5. Портал «География» – электронная земля. <http://www.webgeo.ru/>

6. Проект «Всемирная география». <http://worldgeo.ru>

7. Онлайн карта пожаров - <https://fires.ru/>

8. Онлайн карта самолетов - <https://www.flightradar24.com/48.35,50.3/5>

9. Имитационное моделирование - <https://www.anylogic.ru/>

10. Журнал «География и природные ресурсы». <http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=3>

Список сетевых ресурсов для ДО

1. Видеоконференции: Discord, Zoom, ВКС
2. Ресурсные платформы: Google Disk, Yandex Disk, ownCloud
3. Геоинформационные системы: QGIS (<https://qgis.org/ru/site/>), ArcGIS Online (<https://www.arcgis.com/index.html>), WEB Next GIS (<https://nextgis.ru/nextgis-web/>).
4. ПО для 3D-моделирования: SketchUpMake (<https://www.sketchup.com/ru>), Agisoft Metashape (<https://www.agisoft.com/>).
5. Открытые ресурсы: подборка сайтов ВСЕ.ОНЛАЙН (<https://www.все.онлайн/>), уроки ArcGIS Online (<https://learn.arcgis.com/ru/gallery/>).

Анкета для определения уровня начальной подготовки обучающихся.

1. ФИО _____

2. В «Кванториум» я пришёл потому что

- меня привели родители

- я хочу получить новые знания

- я пришел за компанию с другом

- мне интересно узнать, что это такое

- другое _____

3. Нравится ли тебе ходить в походы, бывать в новых неизведанных местах?

- нравится

- не нравится

- сомневаюсь

4. Нравится ли тебе объяснять одноклассникам новый материал?

- нравится

- не нравится

- сомневаюсь

5. Нравится ли тебе замечать и объяснять природные явления?

- нравится

- не нравится

- сомневаюсь

6. Для чего используется система ГЛОНАСС/GPS? _____

7. Что означает масштаб карты 1:50000? _____

8. Что такое квадрокоптер? _____

9. Какие способы определения местоположения на местности ты знаешь? _____

10. Какие Интернет-сервисы, связанные с направлением Гео, ты знаешь? _____

11. Чем отличается аэрофотосъемка от космофотосъемки? _____

12. Какие графические редакторы ты знаешь? _____

13. Какие разновидности карт ты знаешь? _____

14. Что такое 3D-моделирование? _____

15. Какие планеты Солнечной системы ты знаешь? _____

16. Какая самая высокая гора в России? _____

17. От чего зависят приливы и отливы? _____

18. Чему ты бы хотел научиться в Геоквантуме? _____

Программно-методический комплекс

Формы контроля

Критерии оценивания выполненного кейса

1. Качество разработки пользовательского интерфейса 0-3 балла (если он предусмотрен условием кейса).

0 – в приложении отсутствует пользовательский интерфейс;

1 – пользовательский интерфейс есть, но он недостаточно информативен для пользователя;

2 – пользовательский интерфейс есть, он информативен, но дизайн устаревший и простой;

3 – пользовательский интерфейс есть, он информативен с оригинальным дизайном.

2. Описание использованных методов и оборудования 0-2 балла.

0 – описание отсутствует;

1 – описание представлено не в полном объеме;

2 – описание есть.

3. Презентация раскрывает всю необходимую информацию 0 - 2 балла.

0 – презентация отсутствует;

1 – презентация сложна для восприятия;

2 – презентация понятна и раскрывает всю информацию.

4. Функциональность и работоспособность 0 – 2 балла.

0 – приложение не работоспособно на уровне прототипа и не выполняет заявленные в задании функции;

1 – приложение работоспособно на уровне прототипа и частично выполняет заявленные в задании функции;

2 – приложение полностью работоспособно на уровне прототипа и выполняет заявленные в задании функции.

Критерии оценивания защиты презентации.

1. Соблюдение таймингов 0 - 3 балла

0 - не смогли защитить за отведённое время;

3 - смогли защитить, не выходя за рамки отведённого времени.

2. Визуальное оформление презентации 0 - 5 баллов

0 - визуально устаревший дизайн презентации (использованы стандартные темы, цветовая палитра визуально «кислотная» и негармоничная, слишком много текста, слишком маленький шрифт и т.п.);

3 - в презентации, визуально, частично наблюдаются дизайнерские приёмы, но в целом, у презентации слабый, устаревший дизайн;

5 - в презентации, визуально, приятный дизайн, чувствуется дизайнерский подход.

3. Оригинальность идеи 0 – 5 баллов

0 – в проекте нет оригинальных идей и подходов;

2 – есть отдельные оригинальные идеи;

5 – в проекте наблюдается действительно творческий подход и креатив.

4. Постановка цели и задач 0 -3 балла

0 – не смогли правильно поставить цель задачи;

1 – частично справились с постановкой цели и задач;

3 – грамотно сформулировали цель и задачи.

Дидактические материалы

КЕЙС № 1

Название кейса: Моделирование памятника Фронтовому почтальону.

Описание реальной ситуации: Для создания онлайн-карты «Маршрута Победы» заказчик просит провести съемку памятника Фронтовому Почтальону и создать 3D-модель для добавления её на карту. Кейс учит обучающихся создавать сценарий съемки объекта, проводить саму съемку, проводить обработку фотографий и 3D-модели, выгружать модель в веб-среду.

Ход кейса:

1. Изучение этапов работы по созданию 3D-моделей.
2. Создание сценария фотосъемки модели.
3. Обработка данных фотосъемки.
4. Прохождение каждого этапа работы в Agisoft Metashape.
5. Редактирование модели.
6. Подготовка модели к выгрузке в веб-среду.
7. Выгрузка модели в веб-среду.

Итог: созданная 3D-модель памятника Фронтовому почтальону, выгруженная на платформу SketchFab.

КЕЙС № 2

Название кейса: Карта родного города.

Описание реальной ситуации: В наш родной город достаточно часто приезжают туристы и не всегда знают, куда лучше сходить и где посмотреть интересные места и достопримечательности. Кейс учит обучающихся работать с платформой ArcGIS, добавлять и редактировать пространственные данные, визуализировать географическую информацию.

Ход кейса:

1. Изучение работы платформы ArcGIS Online.
2. Выбор объектов.
3. Сбор и анализ пространственных данных.
4. Добавление данных карту.

5. Настройка атрибутов отображения.
6. Создание макета карты.
7. Стилизованное оформление карты.
8. Выгрузка карты в веб-среду.

Итог: Карта родного города с точками интереса и значимыми достопримечательностями.

КЕЙС № 3

Название кейса: Моделирование дорожного перекрёстка.

Описание реальной ситуации: Дорожные перекрёстки в час пик являются большой проблемой, так как на них скапливается большое количество машин и создаются пробки и заторы. Для решения данной проблемы нужно отрисовать заданный перекрёсток, добавить автобусные остановки и парковки, настроить движение автомобилей и пешеходов, так же добавить светофоры и настроить их работу для увеличения прохождения потока машин.

Ход кейса:

1. Постановка задачи и определение целей.
2. Выделение нужного перекрёстка и добавление космоснимка в рабочую зону.
3. Отрисовка дорожной сети с добавлением автобусных остановок и парковочных зон.
4. Добавление и настройка двух агентов - автомобилей и пешеходов.
5. Добавление и настройка работы светофоров.
6. Презентация результата.

Итог: Созданная в ПО AnyLogic дорожная сеть на основе космоснимка с добавленными автобусными остановками, парковочными местами, светофорами и двумя типами агентов – пешеходы и машины.

КЕЙС № 4

Название кейса: Моделирование домов и геопривязка.

Описание реальной ситуации: Ежегодно на территории города и области появляются новые районы и застройки. Нам поставлена задача создать жилой

район из пяти домов и найти место для их размещения. Для выполнения данной работы нужно смоделировать пять домов и придомовых территорий, и найти место для их размещения на территории Воронежской области.

Ход кейса:

1. Введение в проблематику.
2. Планирование решения задачи.
3. Построение и моделирование домов и придомовых территорий.
4. Подгрузка дополнительных моделей.
5. Геопривязка смоделированной территории к реальной карте.
6. Презентация результатов.

Итог: Созданная 3D-модель пяти зданий и придомовых территорий с геопривязкой на космоснимок.

КЕЙС № 5

Название кейса: Создание интерактивной карты ООПТ Воронежской области.

Описание реальной ситуации: На территории Воронежской области находится большое количество охраняемых природных территорий и водных объектов. Для оптимизации работы и понимания их местонахождения обучающимся предлагается создать карту с отметками ООПТ, их описанием и фотографиями.

Ход кейса:

1. Введение проблематику.
2. Изучение и нахождение зон интереса.
3. Отрисовка зон на карте.
4. Добавление инфоточек и медиаинформации.
5. Создание макета карты.
6. Презентация результатов.

Итог: Интерактивная карта с нанесенными отметками ООПТ Воронежской области.

КЕЙС № 6

Название кейс: Создание 3D-модели карьера.

Описание реальной ситуации: Работа геологов «в поле» очень осложнена тем, что они не видят полной картины карьера или месторождения. Для помощи и скорейшего продвижения геологических работ нужно помочь создать с помощью аэрофотосъёмки 3D-модель карьера. Для этого потребуются навыки пилотирование беспилотного летательного аппарата и навыки фотограмметрии.

Ход кейса:

1. Введение в проблематику.
2. Планирование и проведение аэрофотосъёмки.
3. Обработка отснятого материала.
4. Создание 3D-модели карьера.
5. Устранение недочётов в модели.
6. Презентация результатов.

Итог: 3D-модель карьера.

КЕЙС № 7

Название кейса: Создание виртуального тура по технопарку.

Описание реальной ситуации: Детский технопарк «Кванториум» города Воронеж достаточно известен в кругах школьников и их родителей. Но не все дети и их родители понимают, что здесь находится, как ребята обучаются и с каким оборудованием им приходится работать. Для решения кейса нужно создать панорамный тур по первому и второму этажу технопарка, прикрепить на тур информационные точки и игровые вставки.

Ход кейса:

1. Введение в проблематику.
2. Фотографирование первого и второго этажа технопарка.
3. Обработка материала и создание сферических панорам.
4. Сшивка панорамного тура.
5. Добавление инфоточек и игровых вставок.
6. Публикация панорамного тура на хостинге.
7. Презентация результатов.

Итог: Виртуальный тур по технопарку.