

Департамент образования, науки и молодежной политики
Воронежской области

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования
Воронежской области «Центр инженерных компетенций детей и молодежи
«Кванториум»

Принята на заседании
Методического (педагогического) совета

от «08» 07 _____ 2021 г.
Протокол № 3 _____

Утверждаю:
Директор ГБУ ДО ВО «ЦИКДиМ
«Кванториум»



«08» 07 _____ 2021 г.
А.И.Фролов

**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности
«Фотограмметрия и 3D-моделирование»**

Возраст обучающихся: 11-17 лет
Срок реализации: 186 часов

Авторы-составители:
Курышев Александр Александрович,
Давлетова Оксана Геннадьевна,
педагоги дополнительного образования

г. Воронеж, 2021

Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная программа «Фотограмметрия и 3D-моделирование» погружает обучающихся в выполнение реальных задач, связанных с фотограмметрической обработкой материалов аэро- и наземных съемок с целью создания различных видов пространственных данных

Данная программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми требованиями 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»

Характеристика, цель и задачи программы.

Направленность программы: техническая.

Возраст обучающихся: 11-17 лет.

Количество обучающихся в группе: 15 чел.

Срок реализации программы: 186 часов.

Режим занятий: 2 раза в неделю по 2 часа.

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.

Цель программы: сформировать навыки по созданию собственных панорамных туров и их размещению в веб-среде, научиться создавать 3Д-модели на основе цифровых фотографий, распечатывать их на 3Д-принтере или отправлять в дополненную реальность для реализации индивидуальных и командных проектов.

Задачи программы:

Образовательные:

- познакомить с базовыми понятиями в сфере геопространственных технологий, аэросъемки, фотограмметрии и картографирования;
- 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 безопасной работы с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА);
- научить создавать 3D модели объектов местности различными способами (автоматизированными и вручную).

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.

Формы учебной деятельности:

- самостоятельная работа;
- дискуссия;
- групповая работа;
- презентация;
- беседа;
- консультация;
- практическая работа;
- кейс.

Виды учебной деятельности:

- решение поставленных задач;
- просмотр и обсуждение учебных фильмов, презентаций, роликов;
- анализ проблемных учебных ситуаций;
- построение гипотезы на основе анализа имеющихся данных;
- выполнение практических работ;
- подготовка выступлений и докладов с использованием разнообразных источников информации.

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.

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;

- развитие умения самостоятельно осознавать причины своего успеха или неуспеха и поиска выходов из ситуации неуспеха.

Предметные результаты:

Знать:

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

Уметь:

- обрабатывать аэросъемку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трехмерные модели местности;
- выполнять оцифровку;
- моделировать 3D объекты;
- печатать 3D объекты;
- создавать фототекстуры;
- создавать панорамы;
- рассчитывать и создавать полетный план для беспилотного летательного аппарата;
- обрабатывать аэросъемку с получением ортофотопланов и 3D-моделей местности;
- создавать панорамные туры.

Навыки:

- обработки аэросъемки и получения точных ортофотопланов и автоматизированных трехмерных моделей местности;
- выполнения оцифровки;
- моделирования и печати 3D объектов;
- создания фототекстур;
- создания панорам;
- работы с цифровыми моделями рельефа в ПО Agisoft Photoscan;
- 3D печати и работы с лазерным гравером.

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

Учебно-тематический план

№ п/п	Тема	Всего	Теория	Практика	Форма контроля
1 год обучения					
Вводный модуль					
1.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ. Определение уровня начальной подготовки обучающихся.	2	1	1	анкета
Раздел: Основы фотограмметрии (14 часов)					
2.	Основы фотографии и формирование изображений. Принцип работы фотокамеры и основные параметры съемки.	2	1	1	кейс
3.	Сценарии съемки для создания 3D-моделей	2	1	1	
4.	Основные этапы работы в ПО Agisoft	2	0	2	
5.	Улучшение результатов выравнивания камер	2	0	2	
6.	Редактирование 3D-модели в ПО Agisoft.	2	0	2	
7.	Использование блоков в ПО Agisoft.	2	0	2	
8.	Сетевая и облачная обработка в ПО Agisoft.	2	1	1	
	Итого по разделу:	14	3	11	
Раздел: Основы работы с пространственными данными (18 часов)					
9.	Основные понятия геоинформатики и ГИС. Программное обеспечение.	2	2	0	кейс
10.	Географические карты и основы их формирования. Условные знаки и принципы их отображения на карте.	2	1	1	
11.	Типы данных в ГИС. Технологии работы с пространственными данными.	2	1	1	
12.	Создание цифровой электронной карты в ГИС QGIS. Стилизовое оформление слоев.	2	0	2	
13.	Базы данных в ГИС. Работа с атрибутами объектов. Аннотирование объектов карты.	2	1	1	
14.	Картометрические операции и основы ГИС-анализа.	2	0	2	
15.	Облачные технологии в картографировании. WEB-геосервисы.	2	0	2	

16.	Создание интерактивной карты технопарка.	2	1	1	
17.	Подготовка макета для печати	2	0	2	
	Итого по разделу:	18	6	12	
Раздел: Аэрофотосъемка и трехмерное моделирование с геопривязкой (18 часов)					
18.	Съемка местности и отдельных объектов с БПЛА. Режимы, параметры.	2	1	1	кейс
19.	Проектирование задания для БПЛА	2	1	1	
20.	Разновидности 3D моделей.	2	1	1	
21.	Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели рельефа местности.	2	1	1	
22.	Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели здания.	2	0	2	
23.	Геопривязка модели 3D-модели	2	0	2	
24.	Проведение измерений по модели	2	0	2	
25.	Построение 3D-модели здания в ПО SketchUp.	2	0	2	
26.	Экспорт моделей и 3D-печать	2	0	2	
	Итого по разделу:	18	4	14	
Раздел: Оценочно-аттестационный (2 часа)					
27.	Итоговое занятие	2	0	2	
Углубленный модуль					
Раздел: Работа с геосервисами (14 часов).					
28.	Принципы обмена данных в геосервисах.	2	1	1	кейс
29.	Основы работы с открытыми данными.	2	1	1	
30.	Создание страниц сайтов с помощью языка гипертекстовой разметки HTML.	2	0	2	
31.	Интерактивное содержимое карт.	2	1	1	
32.	Картографические библиотеки.	2	1	1	
33.	JavaScript-библиотеки API.	2	0	2	
34.	Итоговое занятие по разделу	2	0	2	
	Итого по разделу:	14	4	10	
Раздел: Создание панорам и виртуальных туров (14 часов).					

35.	Оборудование, технологии и ПО для создания сферических панорам и панорамных туров.	2	1	1	кейс
36.	Создание переходов между панорамами	2	0	2	
37.	Настройка вида проекции.	2	0	2	
38.	Добавление инфоточек и выбор оформления	2	0	2	
39.	Экспорт виртуального тура.	2	1	1	
40.	Создание сферических панорам с БПЛА.	2	0	2	
41.	Итоговое занятие по разделу	2	0	2	
	Итого по разделу:	14	2	12	
Раздел: Обработка 3D моделей местности (16 часов).					
42.	Создание цифровых моделей рельефа.	2	1	1	кейс
43.	Обработка цифровых моделей рельефа.	2	1	1	
44.	Создание 3D ландшафтов.	2	1	1	
45.	Прототипирование на основе геоданных.	2	1	1	
46.	3D печать объектов местности и рельефа.	2	0	2	
47.	Гравировка на основе векторных геоданных.	2	0	2	
48.	Послойное создание рельефа.	2	0	2	
49.	Итоговое занятие по разделу	2	0	2	
	Итого по разделу:	16	4	12	
Раздел: Оценочно-аттестационный (2 часа)					
50.	Итоговое занятие. Собеседование.	2	0	2	Собеседование
Раздел: Подготовка к конкурсам и олимпиадам (80 ч).					
51.	Сквозные технологии и вызов национальной технологической инициативы в образовании	2	1	1	Опрос
52.	Геоинформационные системы реального времени	2	2	0	
53.	Геосервисы Умного города	2	1	1	
54.	3D-моделирование городской инфраструктуры	2	2	0	
55.	OutDoor и InDoor навигация	2	1	1	
56.	Использование КС для 3D-моделирования	2	1	1	

57.	Фотограмметрия макрообъектов	2	2	0	
58.	Виртуальные 3D/VR туры	2	1	1	
59.	DataMining в области пространственных данных	2	2	0	
60.	Тренды картографического дизайна	2	1	1	
61.	Дайджест конкурсов и олимпиад	2	1	1	
Раздел: Оценочно-аттестационный (2 часа)					
62.	Итоговое занятие	2	0	2	
Итого 1 год обучения – 124 ч.					
2 год обучения					
Проектный модуль					
63.	Выполнение задания конкурса “Юниквант”	2	1	1	кейс
64.	Планирование полётного задания для БПЛА.	2	0	2	
65.	Создание полётного задания для БПЛА.	2	0	2	
66.	Выполнение аэрофотосъёмки	2	0	2	
67.	Привязка снимков по опознавательным знакам	2	0	2	
68.	Создание ортофотоплана	2	0	2	
69.	Создание 3D-модели местности	2	0	2	
70.	Редактирование 3D-модели местности	2	0	2	
71.	Проведение измерений по модели местности.	2	0	2	
72.	Оценка точности полученных результатов	2	0	2	
73.	Презентация результатов выполнения задания конкурса “Юниквант”	2	0	2	
74.	Кейс «Сервис для «умного города» конкурса Проектория	2	1	1	кейс
75.	Анализ существующих решений для развития «умных городов»	2	1	1	
76.	Описание решения кейса	2	0	2	
77.	Формирование концепции сервиса для «Умного города»	2	0	2	
78.	Определение эффектов от внедрения сервиса	2	0	2	

79.	Оценка эффективности концепции	2	0	2	
80.	Оценка рисков при разработке и продвижении сервиса	2	1	1	
81.	Презентация результатов по кейсу «Сервис для «умного города»	2	0	2	
82.	Создание 3D-модели карьера для конкурса «Scan the World»	2	1	1	кейс
83.	Планирование полётного задания для аэрофотосъемки карьера.	2	0	2	
84.	Создание полётного задания для аэрофотосъемки карьера.	2	0	2	
85.	Выполнение аэрофотосъёмки карьера	2	0	2	
86.	Привязка снимков карьера по опознавательным знакам	2	0	2	
87.	Создание 3D-модели карьера	2	0	2	
88.	Редактирование 3D-модели карьера	2	0	2	
89.	Проведение измерений объема карьера по 3D-модели.	2	0	2	
90.	Презентация результатов выполнения задания конкурса «Scan the World»	2	0	2	
	Итого по разделу:	80	20	60	
Раздел: Оценочно-аттестационный (6 часов)					
91.	Подготовка к участию в конкурсном мероприятии.	2	0	2	Публичное выступление
92.	Совершенствование навыков публичных выступлений.	2	0	2	
93.	Дискуссия, рефлексия и корректировка недостатков.	2	0	2	
	Итого по разделу:	6	0	6	
Итого по 2 году обучения – 62 ч.					
	ИТОГО часов по программе:	186	44	142	

Содержание учебно-тематического плана.

Первый год обучения

Тема 1: Вводное занятие

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

Теория. 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.

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

Раздел: Основы фотограмметрии

Тема 2: 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.

Тема 3: Сценарии съемки для создания 3D-моделей.

Метод/Форма: беседа /семинар

Теория. Основные правила фотосъемки для создания 3D-моделей

Практика. Калибровка объектива и обработка снимков.

Тема 4: Основные этапы работы в ПО Agisoft.

Метод/Форма: беседа /семинар

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).

Тема 5: Улучшение результатов выравнивания камер.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Калибровка камеры и оптимизация.

Тема 6: Редактирование 3D-модели в ПО Agisoft.

Метод/Форма: практическое занятие.

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

Тема 7: Использование блоков в ПО Agisoft.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Создание и выравнивание блоков. Пакетная обработка.

Тема 8: Сетевая и облачная обработка в ПО Agisoft.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

Теория. Основные принципы распределенной обработки данных в ПО Agisoft.

Практика. Настройка сетевой обработки и просмотр результатов в ПО Agisoft.

Раздел: Основы работы с пространственными данными

Тема 9: 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.

Тема 10: 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.

Тема 11: 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.

Тема 12: Создание цифровой электронной карты в ГИС QGIS.

Стилевое оформление слоев.

Метод/Форма: практическое занятие

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

Тема 13: Базы данных в ГИС. Работа с атрибутами объектов.

Аннотирование объектов карты.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

Теория. Модели баз данных (БД). Реляционные модели. Системы управления БД в ГИС. Графическое представление атрибутивной информации. Репозитории открытых БД.

Практика. Работа с атрибутивными таблицами объектов: определение структуры, редактирование, индексирование SQL-запросы. Подписывание и стиливое оформление объектов на основе атрибутивных таблиц.

Тема 14: Картометрические операции и основы ГИС-анализа.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Введение в пространственных ГИС-анализ. Решение исследовательских задач: Наблюдения по карте; Как на картах мы находим объекты? Для чего нужно находить и определять местоположения объектов? Определение геометрии объектов (координат точечных объектов, длины, периметра, площади, координат центроидов). Расчет геометрии объектов на основе встроенных функций. Аналитические функции по работе с растровыми данными (построение гистограмм, экспозиции, затенения, крутизны склонов).

Тема 15: Облачные технологии в картографировании. WEB-геосервисы.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Понятия WEB-картографии и геосервисов, открытых данных. Цели и решаемые задачи. Примеры геосервисов «СКАНЭКС» (Карта пожаров, КосмоАгро, Онлайн-каталог КС, Maritime), ArcGIS Online, ArcGIS for Developers, Stuff in space, Flightradar24, GISmeteo.

Тема 16: Создание интерактивной карты технопарка.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

Теория. Выбор участка, определение набора и типов слоев для оцифровки территории, прилегающей к технопарку Кванториум. Определение структуры атрибутивных данных.

Практика. Создание проекта в ГИС QGIS. Оцифровка объектов различных типов (точки, линии, полигоны). Редактирование и атрибутирование данных.

Тема 17: Подготовка макета для печати.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Настройка стилевого оформления карты. Создание макета для печати: выбор формата листа, определение масштабов карт, создание легенды, масштабных линеек, оформительских элементов графики и текста, компоновка объектов печать. Печать на принтер и в формат pdf.

Раздел: Аэрофотосъемка и трехмерное моделирование с геопривязкой

Тема 18: Съемка местности и отдельных объектов с БПЛА.

Режимы, параметры. Проектирование задания.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

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

Практика. Полет на квадрокоптере с использованием симулятора.

Тема 19: Проектирование задания для БПЛА.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

Теория. Планирование трассы полета и полетного задания. WEB-геосервисы Flylitchi, Pix4Dcapture.

Практика. Проектирование и создание полетного задания на выбранную территорию для БПЛА.

Тема 20: Разновидности 3D моделей.

Метод/Форма: беседа /семинар

Теория. Обзор основных способов создания 3D моделей.

Практика. Определение способа создания 3D модели.

Тема 21: 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.

Тема 22: 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.

Тема 23: Геопривязка модели 3D-модели.

Метод/Форма: практическое занятие

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

Тема 24: Проведение измерений по модели.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Создание масштабной линейки. Измерение расстояний, площади поверхности и объема.

Тема 25: Построение 3D-модели здания в ПО SketchUp.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Знакомство с программой для моделирования трёхмерных объектов SketchUp. Моделирование здания и интерьера. Геопривязка. Подготовка модели к 3D-печати.

Тема 26: Экспорт моделей и 3D-печать.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Экспорт результатов 3D-моделирования в различные форматы. Подготовка модели к 3D-печати.

Раздел: Оценочно-аттестационный

Тема 27: Итоговое занятие по модулю.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Представление презентаций по тематике выполненных работ. Проведение контрольной аттестации по вопросам вводного модуля.

Раздел: Работа с геосервисами

Кейс: Создание интерактивной карты особо охраняемых природных территорий Воронежской области

Метод/Форма: кейс

Краткое содержание: Кейс знакомит учеников с различными геосервисами. Решая задачу кейса, дети проходят следующие тематики: принципы обмена данных в геосервисах, открытые данные, картографические библиотеки и API.

Тема 28: Принципы обмена данных в геосервисах.

Теория. Технология обмена данных в геосервисах.

Практика. Развитие навыков работы с различными форматами пространственных данных и геосервисами.

Тема 29: Основы работы с открытыми данными.

Теория. Технология работы с открытыми данными.

Практика. Развитие навыков работе с различными форматами открытых данных.

Тема 30: Создание страниц сайтов с помощью языка гипертекстовой разметки HTML.

Практика. Технологии получения ссылок на созданные на геосервисах карты, встраивание карт в HTML-страницы, добавление базовых картографических слоев различными способами. Развитие навыков создания страниц сайтов.

Тема 31: Интерактивное содержимое карт.

Теория. Технология реализации интерактивного содержимого карт, подключения сторонних JavaScript-библиотек и CSS-файлов.

Практика. Развитие навыков по загрузке и организации данных на картографическом сервисе, изменению интерфейса интерактивной карты, настройке информационно-справочных функций данных.

Тема 32: Картографические библиотеки.

Теория. Технология работы с инструментами для расширения функционала интерактивных карт - картографическими библиотеками. Примеры картографических библиотек.

Практика. Развитие навыков использования картографических библиотек для расширения функционала карт (подключение виджетов для анализа данных, создание тепловой карты, добавление меток и подписей в интерактивном режиме).

Тема 33: JavaScript-библиотеки API.

Теория. Подключение сторонних JavaScript-библиотек API и CSS-файлов.

Практика. Развитие навыков использования библиотек API для расширения функционала для анализа карт. Реализация кластеризации в интерактивном режиме.

Тема 34: Итоговое занятие по разделу.

Практика. Презентация результатов работы по кейсу № 1 «Создание интерактивной карты особо охраняемых природных территорий Воронежской области»

Раздел: Создание панорам и виртуальных туров

Тема 35: 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.

Тема 36: Создание переходов между панорамами.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Ручная и автоматическая установка точек перехода.

Тема 37: Настройка вида проекции.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

Практика. Применение разных проекций «Rectilinear», «Stereographic» или «Fisheye» и установка ограничений просмотра.

Тема 38: Добавление инфоточек и выбор оформления.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Создание полигональных и точечных активных зон. Добавление аннотаций, фото и видеоточек, фонового звука. Настройка оформления.

Тема 39: Экспорт виртуального тура.

Метод/Форма: семинар / практическое занятие

Теория. Обзор современных форматов для экспорта в веб-среду.

Практика. Экспорт виртуального тура в формат HTML5.

Тема 40: Создание сферических панорам с БПЛА.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Съемка сферических панорам с БПЛА. Обработка фотографий для создания сферических панорам.

Тема 41: Итоговое занятие по разделу.

Метод/Форма: практическое занятие / публичное выступление

Практика. Презентация результатов работы по кейсу «Создание виртуального тура по технопарку».

Раздел: Обработка 3D моделей местности

Кейс: Создание макета здания технопарка и ландшафта

Метод/Форма: кейс

Краткое содержание: На основе решения задачи 3D моделирования с использованием аэрофотосъемки обучающиеся осваивают следующие темы: методы дистанционного получения изображений с БПЛА; Виды 3D моделей и данных, получаемых с БПЛА; Возможности применения аэрофотосъемки для 3D моделирования; Работа с 3D принтером и лазерным гравером.

Тема 42: Создание цифровых моделей рельефа.

Теория. Технология создания цифровых моделей рельефа (ЦМР).

Практика. Развитие навыков создания цифровых моделей рельефа с помощью Agisoft Photoscan.

Тема 43: Обработка цифровых моделей рельефа.

Теория. Технология обработки цифровых моделей рельефа.

Практика. Развитие навыков создания ортофотопланов с использованием ЦМР, морфометрической обработки ЦМР для выполнения анализа местности и 3D-моделирования.

Тема 44: Создание 3D ландшафтов.

Теория. Технология создания 3D ландшафтов.

Практика. Развитие навыков поиска и обработки открытых данных SRTM и GTOPO для моделирования ландшафтов.

Тема 45: Прототипирование на основе геоданных.

Теория. Технология прототипирования.

Практика. Развитие навыков редактирования и конвертирования пространственных данных. Умение разбираться в форматах и требованиях к данным при подготовке их к 3D печати.

Тема 46: 3D печать объектов местности и рельефа.

Практика. Технологии 3D печати. Формирование навыков работы с 3D принтером.

Тема 47: Гравировка на основе векторных геоданных.

Практика. Технология гравировки на основе векторных данных. Формирование навыков работы с лазерным гравером.

Тема 48: Послойное создание рельефа.

Практика. Технология послойного создания рельефа. Формирование навыков работы с лазерным гравером.

Тема 49: Итоговое занятие по разделу.

Практика. Презентация результатов работы по кейсу № 4 «Создание макета здания технопарка и ландшафта».

Раздел: Оценочно-аттестационный

Тема 50: Итоговое занятие по модулю.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Представление презентаций по тематике выполненных работ. Проведение контрольной аттестации по вопросам углубленного модуля.

Раздел: Подготовка к конкурсам и олимпиадам.

Тема 51: Сквозные технологии и вызов национальной технологической инициативы в образовании.

Теория. Ключевые научно-технические направления, которые оказывают наиболее существенное влияние на развитие рынков НТИ

Практика. Создание интеллект-карты по приоритетным группам технологий, связанным с фотограмметрией, 3D-моделированием и панорамными турами.

Тема 52: Геоинформационные системы реального времени.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий, области поисков, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Тема 53: Геосервисы Умного города.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор концепции Умного города и ее связь с геоинформационными технологиями, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Практика. Генерация идей сервиса для Умного города.

Тема 54: 3D-моделирование городской инфраструктуры.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий в области 3D-моделирование городской инфраструктуры, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Тема 55: OutDoor и InDoor навигация.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий в области OutDoor и InDoor навигации, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Практика. Рассмотрение проектной идеи по треку «Бесшовный навигатор» для Международного конкурса детских инженерных команд. Использование сервиса Xyz studio. Создание indoor radio map. Тестирование мобильного приложения «Бесшовный навигатор».

Тема 56: Использование космических снимков для 3D-моделирования.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий в области использования космических снимков для 3D-моделирования, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Практика. Создание 3D ландшафтов в Scanex Image Processor.

Тема 57: Фотограмметрия макрообъектов.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий в области фотограмметрии, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Тема 58: Виртуальные 3D/VR туры.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий в области создания виртуальных 3D/VR туров, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Практика. Обзор проектов с виртуальными 3D/VR турами.

Тема 59: DataMining в области пространственных данных.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий в области DataMining пространственных данных, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Тема 60: Тренды картографического дизайна.

Метод/Форма: дискуссия/групповая работа

Теория. Обзор достижений современных геоинформационных технологий, области поисков, перечень нерешённых задач, признанных и обсуждаемых экспертными сообществами.

Практика. Обзор проектов конкурса «Фестиваль карт». Создание собственного дизайна картографического произведения.

Тема 61: Дайджест конкурсов и олимпиад.

Метод/Форма: презентация/групповая работа

Теория. Обзор конкурсного календаря и тематик.

Практика. Решение конкурсных задач прошлых лет.

Раздел: Оценочно-аттестационный

Тема 62: Итоговое занятие по модулю.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Представление презентаций по тематике выполненных работ. Проведение контрольной аттестации по итогам учебного года.

Второй год обучения

Проектный модуль

Тема 63: Выполнение задания конкурса “Юниквант”.

Метод/Форма: презентация/групповая работа

Теория. Рассмотрение задания конкурса “Юниквант”.

Практика. Формирование проектной идеи.

Тема 64: Планирование полётного задания для БПЛА.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Расчет параметров полетного задания на выбранную территорию для БПЛА.

Тема 65: Создание полётного задания для БПЛА.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Создание полетного задания на выбранную территорию для БПЛА.

Тема 66: Выполнение аэрофотосъёмки.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Предполетная подготовка. Установка опознаков. Запуск полетного задания и получение материалов аэрофотосъемки.

Тема 67: Привязка снимков по опознавательным знакам.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Загрузка координат опознавательных знаков и привязка к ним камер.

Тема 68: Создание ортофотоплана.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Настройка параметров построения ортофотоплана и сохранение промежуточных результатов.

Тема 69: Создание 3D-модели местности.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Настройка параметров построения ЦММ и сохранение промежуточных результатов.

Тема 70: Редактирование 3D-модели местности.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Редактирование геометрии ЦММ и текстуры, сохранение промежуточных результатов.

Тема 71: Проведение измерений по модели местности.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Изменения расстояния и площади по ЦММ.

Тема 72: Оценка точности полученных результатов.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Расчет ошибок на основе данных о привязке.

Тема 73: Презентация результатов выполнения задания конкурса «Юниквант».

Метод/Форма: самостоятельная работа

Практика. Презентация результатов работы над заданием конкурса «Юниквант».

Тема 74: Кейс «Сервис для «умного города» конкурса Проектория.

Метод/Форма: презентация/групповая работа

Теория. Рассмотрение кейса «Сервис для «умного города» конкурса Проектория.

Практика. Формирование проектной идеи.

Тема 75: Анализ существующих решений для развития «умных городов».

Метод/Форма: презентация/групповая работа

Теория. Рассмотрение возможностей развития «умных городов».

Практика. Исследование аналогов, выявление их достоинств и недостатков.

Тема 76: Описание решения кейса.

Метод/Форма: групповая работа

Практика. Составление списка требований и фактов, которые необходимо учесть при решении проектной задачи кейса.

Тема 77: Формирование концепции сервиса для «Умного города».

Метод/Форма: групповая работа

Практика. Создание концепции геосервиса для Умного города (основная идея сервиса, целевая аудитория, функционал).

Тема 78: Определение эффектов от внедрения сервиса.

Метод/Форма: групповая работа

Практика. Определение условий внедрения решения и эффектов от его реализации для «Умного города».

Тема 79: Оценка эффективности концепции.

Метод/Форма: групповая работа

Практика. Разработка не менее 5-ти качественных или количественных показателей, по которым можно оценить успешность внедрения разработанной концепции сервиса.

Тема 80: Оценка рисков при разработке и продвижении сервиса.

Метод/Форма: презентация/групповая работа

Теория. Понятие рисков в проектной деятельности.

Практика. Корректировка ведомости необходимых материалов и ресурсов с учетом возможных рисков при разработке и продвижении сервиса.

Тема 81: Презентация результатов по кейсу «Сервис для «умного города».

Практика. Презентация результатов работы по кейсу «Сервис для «умного города».

Тема 82: Создание 3D-модели карьера для конкурса «Scan the World».

Метод/Форма: презентация/групповая работа

Теория. Рассмотрение задания конкурса «Scan the World».

Практика. Формирование проектной идеи.

Тема 83: Планирование полётного задания для аэрофотосъемки карьера.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Расчет параметров полетного задания для аэрофотосъемки карьера.

Тема 84: Создание полётного задания для аэрофотосъемки карьера.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Создание полетного задания для аэрофотосъемки карьера.

Тема 85: Выполнение аэрофотосъёмки карьера.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Предполетная подготовка. Установка опознаков. Запуск полетного задания и получение материалов аэрофотосъемки карьера.

Тема 86: Привязка снимков карьера по опознавательным знакам.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Загрузка координат опознавательных знаков и привязка к ним камер.

Тема 87: Создание 3D-модели карьера.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Настройка параметров построения ЦМ карьера и сохранение промежуточных результатов.

Тема 88: Редактирование 3D-модели карьера.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Редактирование геометрии ЦМ карьера и текстуры, сохранение промежуточных результатов.

Тема 89: Проведение измерений объема карьера по 3D-модели.

Метод/Форма: практическое занятие

Практика. Проведение измерений объема карьера по ЦММ.

Тема 90: Презентация результатов выполнения задания для конкурса «Scan the World».

Метод/Форма: самостоятельная работа

Практика. Презентация результатов работы над заданием конкурса «Scan the World».

Раздел: Оценочно-аттестационный

Тема 91: Подготовка к участию в конкурсном мероприятии.

Метод/Форма: дискуссия, самостоятельная работа

Практика. Оформление конкурсной заявки. Коррекция проекта согласно тематике конкурсного мероприятия. Модификация содержательной и демонстрационной стороны проекта.

Тема 92: Совершенствование навыков публичных выступлений.

Метод/Форма: самостоятельная работа

Практика. Совершенствование навыков публичных выступлений. Отработка временного хронометража, темпа доклада и свободы оперирования информацией.

Тема 93: Дискуссия, рефлексия и корректировка недостатков

Метод/Форма: дискуссия

Практика. Дискуссия. Рефлексия проектного опыта. Обозначение путей дальнейшего развития. Совершенствование презентации по содержанию, оформлению и логичности представления. Отработка устного выступления.

Методическое обеспечение программы

Методы обучения: создание ситуаций творческого поиска, словесный (рассказ, лекция, объяснение, беседа, дискуссия, самостоятельная работа с учебником), практический (упражнения, лабораторные и практические работы, дидактические игры), наглядные (иллюстрации рисунков, таблиц, карт, демонстрации фильмов, видео, проведение опытов).

Методы стимулирования и мотивации: создание ситуаций успеха в обучении, соревнования, познавательные игры и учебные дискуссии, поощрение, создание ситуаций успеха в обучении, создание ситуаций творческого поиска, формирование ответственности и обязательности, творческие задания.

Методы воспитания: создание ситуации свободного выбора, поощрение, порицание, убеждение, побуждение.

Методы контроля: рефлексия, собеседование, защита кейсовых работ, текущий контроль (ответы на вопросы во время или в конце занятия), промежуточный контроль (обобщающие занятия, проверка знаний по пройденному разделу), итоговый контроль (итоговое тестирование).

Контрольно-измерительные процедуры

11- 13 лет

Первый год обучения

Вводный модуль				
Форма контроля	Вид работы (фронтальный, групповой, индивидуальный)	Цель проведения	Критерии оценки результата	
			Базовый уровень	Продвинутый уровень
Кейс «Создание интерактивной карты технопарка»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать интерактивные карты, содержащие менее 5 объектов и/или менее 5 колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать менее 2-х стилей.	Уметь создавать интерактивные карты, содержащие не менее 5 объектов и/или не менее 5 колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать не менее 2-х стилей. Уметь добавлять виджеты (не менее 2-х).
Кейс «Построение 3D-модели здания в ПО SketchUp»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-здания, содержащие менее 2 окон, менее 3 ступенек. При оформлении здания использовать менее 2-х текстур для оформления.	Уметь создавать 3D-здания, содержащие не менее 2 окон, не менее 3 ступенек. При оформлении здания использовать не менее 2-х текстур. Уметь создавать геопривязку для здания.
Кейс «Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели здания»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-здания по материалам аэрофотосъемки, содержащие менее 40 камер, менее 900 тыс. точек плотного облака. При оформлении здания создать текстуру.	Уметь создавать 3D-здания по материалам аэрофотосъемки, содержащие не менее 40 камер, не менее 900 тыс. точек плотного облака. При оформлении здания создать текстуру. Уметь экспортировать модель в облачное хранилище.
Кейс «Создание интерактивно	Групповой	Промежуточный контроль полученных	Уметь создавать интерактивные карты на основе	Уметь создавать интерактивные карты на основе

й карты особо охраняемых природных территорий Воронежской области»		образовательных результатов	открытых данных, содержащие менее 20 объектов и/или менее 20 колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать менее 2-х стилей.	открытых данных, содержащие не менее 20 объектов и/или не менее 20 колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать не менее 2-х стилей оформления. Уметь добавлять виджеты (не менее 2-х)
Кейс «Создание виртуального тура по технопарку»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать виртуальный тур, содержащий менее 3 сферических панорам, менее 6 точек перехода. При оформлении использовать менее 2-х типов информационных точек. Уметь экспортировать результаты в формат html.	Уметь создавать виртуальный тур, содержащий не менее 3 сферических панорам, менее не 6 точек перехода. При оформлении каждой панорамы использовать заплатки и не менее 2-х типов информационных точек. Уметь размещать виртуальный тур на веб-сервере
Кейс «Создание макета здания технопарка и ландшафта»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-модель карьера по материалам аэрофотосъемки, содержащие менее 40 камер, менее 900 точек плотного облака. При оформлении создать текстуру.	Уметь создавать 3D-модель по материалам аэрофотосъемки, содержащие не менее 40 камер, не менее 900 тыс. точек плотного облака. При оформлении макета создать текстуру. Уметь экспортировать модель в облачное хранилище.
Второй год обучения				
Кейс «Создание 3D-модели местности»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-модель местности по материалам аэрофотосъемки, содержащие менее 40 камер, менее 900 тыс. точек плотного облака. При	Уметь создавать 3D-модель местности по материалам аэрофотосъемки, содержащую не менее 40 камер, не менее 900 тыс. точек плотного облака.

			оформлении создать текстуру.	При оформлении модели местности создать текстуру. Уметь экспортировать модель в облачное хранилище.
Кейс «Сервис для «умного города»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать концепцию геоинформационного сервиса. Проанализировать менее 2-х аналогов, менее чем по 3-м характеристикам, определить их плюсы и минусы.	Уметь создавать концепцию геоинформационного сервиса. Проанализировать не менее 2-х аналогов, не менее чем по 3-м характеристикам, определить их плюсы и минусы. Придумать не менее 3-х качественных или количественных показателей, по которым можно оценить успешность внедрения разработанной концепции сервиса
Кейс «Создание 3D-модели карьера»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-модель карьера по материалам аэрофотосъемки, содержащую менее 40 камер, менее 900 тыс. точек плотного облака. При оформлении создать текстуру.	Уметь создавать 3D-модель карьера по материалам аэрофотосъемки, содержащую не менее 40 камер, не менее 900 тыс. точек плотного облака. При оформлении создать текстуру. Уметь выполнять измерения объема выемки.

14-17 лет
Первый год обучения

Форма контроля	Вид работы (фронтальный, групповой, индивидуальный)	Цель проведения	Критерии оценки результата	
			Базовый уровень	Продвинутый уровень
Кейс «Создание интерактивной карты технопарка»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать интерактивные карты, содержащие менее 10 объектов и/или менее 10	Уметь создавать интерактивные карты, содержащие не менее 10 объектов и/или не

			колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать менее 2-х стилей.	менее 10 колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать не менее 2-х стилей. Уметь создавать веб-приложение.
Кейс «Построение 3D-модели здания в ПО SketchUp»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-здания, содержащие менее 4 окон, менее 3 ступенек. При оформлении здания использовать менее 4-х текстур для оформления.	Уметь создавать 3D-здания, содержащие не менее 4 окон, не менее 3 ступенек. При оформлении здания использовать не менее 4-х текстур. Уметь создавать геопривязку для здания.
Кейс «Обработка данных с БПЛА по созданию 3D-модели здания»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-здания по материалам аэрофотосъемки, содержащие менее 60 камер, менее <1 млн. точек плотного облака. При оформлении здания создать текстуру.	Уметь создавать 3D-здания по материалам аэрофотосъемки, содержащие не менее 60 камер, не менее <1 млн. точек плотного облака. При оформлении здания создать текстуру. Уметь экспортировать модель в облачное хранилище.
Углубленный модуль				
Кейс «Создание интерактивной карты особо охраняемых природных территорий Воронежской области»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать интерактивные карты на основе открытых данных, содержащие менее 30 объектов и/или менее 20 колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать менее 2-х стилей.	Уметь создавать интерактивные карты на основе открытых данных, содержащие не менее 30 объектов и/или не менее 20 колонок с их описанием в таблице атрибутов. При оформлении карты использовать не менее 2-х стилей оформления. Уметь создавать собственное веб-ГИС приложение.
Кейс	Групповой	Промежуточные	Уметь создавать	Уметь создавать

«Создание виртуального тура по технопарку»		й контроль полученных образовательных результатов	виртуальный тур, содержащий менее 4 сферических панорамам, менее 8 точек перехода. При оформлении использовать менее 4-х типов информационных точек. Уметь экспортировать результаты в формат html.	виртуальный тур, содержащий не менее 4 сферических панорамам, менее не 8 точек перехода. При оформлении каждой панорамы использовать заплатки и не менее 4-х типов информационных точек. Уметь размещать виртуальный тур на веб-сервере
Кейс «Создание макета здания технопарка и ландшафта»	Групповой	Промежуточные й контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-модель карьера по материалам аэрофотосъемки, содержащие менее 80 камер, менее 1 млн. точек плотного облака. При оформлении создать текстуру.	Уметь создавать 3D-модель по материалам аэрофотосъемки, содержащие не менее 80 камер, не менее 1 млн. точек плотного облака. При оформлении макета создать текстуру. Уметь выполнять ретопологию и экспортировать модель в облачное хранилище.
Второй год обучения				
Кейс «Создание 3D-модели местности»	Групповой	Промежуточные й контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-модель местности по материалам аэрофотосъемки, содержащие менее 80 камер, 1 млн. точек плотного облака. При оформлении создать текстуру.	Уметь создавать 3D-модель местности по материалам аэрофотосъемки, содержащую не менее 80 камер, не менее 1 млн. точек плотного облака. При оформлении модели местности создать текстуру. Уметь выполнять ретопологию и экспортировать модель в облачное хранилище.
Кейс «Сервис для «умного города»	Групповой	Промежуточные й контроль полученных образовательных	Уметь создавать концепцию геоинформационного сервиса.	Уметь создавать концепцию геоинформационного сервиса.

		ых результатов	Проанализировать менее 3-х аналогов, менее чем по 5-ти характеристикам, определить их плюсы и минусы.	Проанализировать не менее 3-х аналогов, не менее чем по 5-ти характеристикам, определить их плюсы и минусы. Придумать не менее 5-ти качественных или количественных показателей, по которым можно оценить успешность внедрения разработанной концепции сервиса
Кейс «Создание 3D-модели карьера»	Групповой	Промежуточный контроль полученных образовательных результатов	Уметь создавать 3D-модель карьера по материалам аэрофотосъемки, содержащую менее 5 маркеров, менее 80 камер, менее 1 млн. точек плотного облака. При оформлении создать текстуру.	Уметь создавать 3D-модель карьера по материалам аэрофотосъемки, содержащую не менее 5 маркеров, не менее 40 камер, не менее 900 тыс. точек плотного облака. При оформлении создать текстуру. Уметь выполнять измерения объема выемки.

Критерии и показатели оценки освоения программы

Критерии оценки уровня практической подготовки обучающихся: качество выполнения кейса (приложение 2). Достижения – участие в конкурсах и олимпиадах.

№	Уровень	Содержание	Критерии
1	Низкий		Знает устройство современных картографических сервисов; - инструменты визуализации пространственных данных для непрофессиональных пользователей; технологии получения и обработки материалов аэросъемки; принципы

			<p>фотограмметрического моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы панорамной съемки. <p>технологии подготовки 3D-моделей для экспорта в облачное хранилище и 3D-печати</p>
2	Средний		<p>Умеет обрабатывать аэросъемку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трехмерные модели местности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять оцифровку; - моделировать 3D объекты; - печатать 3D объекты; - создавать фототекстуры; - создавать панорамы; - рассчитывать и создавать полетный план для беспилотного летательного аппарата; - обрабатывать аэросъемку с получением ортофотопланов и 3D-моделей местности; - создавать панорамные туры. - выполнять ретопологию и экспортировать модель в облачное хранилище - выполнять измерения размеров, площадей и объемов 3D-моделей
3	Высокий		<p>Умеет проводить обработки аэросъемки и получение точных ортофотопланов и автоматизированных трехмерных моделей местности;</p> <p>выполнения оцифровки; моделирования и печати 3D объектов;</p> <p>создания фототекстур; создания панорам;</p> <p>работы с цифровыми моделями рельефа в ПО Agisoft Photoscan;</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3D печати и работы с лазерным гравером. <p>создавать 3D-модель местности по материалам аэрофотосъемки</p>

			создавать концепцию геоинформационного сервиса создавать 3D-модель карьера по материалам аэрофотосъемки
--	--	--	---

Оценка уровня освоения программы проводится членами экспертной группы в соответствии с **Положением об итоговой аттестации ГБУ ДО ВО «ЦИКДиМ «Кванториум»**.

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, Geomixer, ScanEx Image Processor, Agisoft PSP Education.
3. Рабочие материалы и упражнения для выполнения заданий в ScanEx Image Processor.
4. Галерея уроков – Learn ArcGIS.

Материально-техническое обеспечение

Оборудование, необходимое для реализации программы

№ п/п	Наименование	Цена, руб.	Кол-во	Срок аморт., лет	Ст-ть, руб.
Базовый комплект учебного и лабораторного оборудования.					
1.	Программно-аппаратный учебный комплекс "DataScout. Аэросъёмка+3DГород"	3778000,00	1	5	755600,00
2.	Программно-аппаратный учебный комплекс "DataScout. Космосъёмка"	1789000,00	1	5	357800,00
3.	Программно-аппаратный учебный комплекс для школьников "DataScout. Городской исследователь"	2332000,00	1	5	466400,00
4.	Базовый комплект наглядных пособий и методических материалов "Геоинформатика-Цифровая Земля"	283000,00	1	5	56600,00
Компьютерное и периферийное оборудование базового комплекта					
5.	Точка доступа WiFi 1 Гбит/сек	24480,00	1	5	4896,00
6.	Цветное многофункционально-печатающее устройство (МФУ) формата А3 с комплектом расходных материалов (картриджи, бумага)	26500,00	1	5	5300,00
7.	Тележка для зарядки и хранения ноутбуков	40800,00	1	5	8160,00
8.	3D очки	2992,00	15	5	8976,00
9.	Презентер	5168,00	1	5	1033,60
Компьютерное оборудование (дополнение к базовому комплекту, необходимо для повышения интерактивности занятий за счёт большего числа экранов)					
10.	Интерактивный комплекс	492500,00	1	5	98500,00
11.	Флипчарт	11462,00	1	5	2292,40
Аддитивные технологии (базовый комплект)					
12.	3D-принтер расширенного формата с источником бесперебойного питания (FDM технология)	40400,00	10	5	80800,00
Итого на 15 человек					1846358,00 руб.

ИТОГО: стоимость реализации программы на основное оборудование на 1 человека составит 123090,50 рублей.

Основные расходные материалы, необходимые для реализации программы

№	Наименование	Кол-во, шт.	Стоимость, руб.	Итого, руб.
1.	Бумага (А4), пачка	3	220	660
2.	Бумага для флипчата (блок – 20 листов)	1	500	500

3.	Маркеры (синий, красный, черный)	6	300	1800
4.	Пластик ABS, белый, бобина	2	2 000	4 000
5.	Пластик PLA, разные цвета, бобина	2	4 000	8 000
6.	Набор пропеллеров (4+4) и защитных шторок (2+2)	1	8 500	8 500
7.	Батарея для квадрокоптера	1	18 000	18 000
8.	Ручки	20	20	400
9.	Карандаши	20	20	400
10.	Цветные карандаши (набор 6 цветов)	15	100	1500
11.	Картриджи для МФУ	4	3000	12 000
Итого на 15 человек:				55 760 рублей 00 коп

ИТОГО: стоимость реализации программы на расходные материалы для одного человека 3717 рублей 34 коп.

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. – 48 с. URL: <http://www.miiigaik.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://methodichka.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-miiigaik-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://cartsrv.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://geoprofi.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.mii.gaik.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> (дата обращения: 30.01.2020)
3. Видеоуроки Скетчап для начинающих. URL: <https://gsketchup.ru/uroki/> (дата обращения: 30.01.2020)
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. 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/>), Geomixer (<http://geomixer.ru/>).
4. ПО для 3D-моделирования: SketchUpMake (<https://www.sketchup.com/ru>), Agisoft Metashpe (<https://www.agisoft.com/>).
5. Открытые ресурсы:
6. подборка сайтов ВСЕ.ОНЛАЙН (<https://www.все.онлайн/>), уроки ArcGIS Online (<https://learn.arcgis.com/ru/gallery/>).

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: Создание карты популярности объектов парковой зоны.

Описание реальной ситуации: В парке «Дельфин» нашего города планируется реконструкция. Для разработки проекта планировки руководству парка необходимо определить популярность различных мест и предпочтительных маршрутов движения людей или транспортных средств на территории. Нам поручено создать карту интенсивности движения посетителей, которая позволит оптимизировать инфраструктуру парка.

Ход кейса:

1. Введение в проблематику.
2. Планирование решения задачи.
3. Создание карты с помощью набора для создания карты интенсивности.
4. Изучение устройства логгера.
5. Сбор пространственных данных.
6. Визуализация.
7. Анализ, полученного результата и недостатков.
8. Изучение современные системы визуализации пространственных данных.
9. Подведение итогов.

КЕЙС №2

Название кейса: Создание интерактивной карты технопарка.

Описание реальной ситуации: руководство технопарка решило провести озеленение территории. Нам необходимо составить карту технопарка и определить участки, требующие озеленения.

Ход кейса:

1. Рассказать об интерфейсе ГИС-приложения.
2. Объяснить принцип работы наиболее часто используемых инструментов.
3. Помочь выбрать перечень классов объектов.
4. Рассказать о том, как настроить слои для дальнейшей оцифровки.
5. Помочь выбрать наиболее важные атрибуты для создаваемых данных, а также задать тип этих данных.
6. Оцифровать объекты.
7. Показать простейшие аналитические функции.
8. Помочь загрузить результаты на геопортал и рассказать о них.
9. Помочь сопоставить кадастровые данные с полученным результатом.

КЕЙС №3

Название кейса: Создание 3D-моделей экспонатов геологического музея ВГУ.

Описание реальной ситуации: Геологический музей ВГУ является уникальным научным и культурным центром, содержащим более 1500 экспонатов. Он знакомит с историей развития и строением недр, прежде всего, Воронежского края, ЦЧР, а также России и мира. Важнейшей составляющей музейной коллекции являются палеонтологические остатки: образцы микрофауны, моллюсков и крупных млекопитающих. Источником последних является всемирно известное местонахождение Шкурлатовское, расположенное на территории Воронежской области во вскрышных породах одноименного гранитного карьера. На витринах представлена лишь малая часть экспонатов. Много интереснейших материалов находятся в запастниках и не доступны посетителям музея.

Перевод объектов палеонтологической коллекции в электронную форму позволит организовать к ним доступ в полном объеме в среде Internet, в т.ч. дистанционные консультации специалистов, а также послужат популяризации знаний по геологической истории нашего края.

Ход кейса:

1. Постановка задачи и определение целей.
2. Обсуждение параметров, условий фотографирования и необходимого оборудования для создания 3D-моделей объектов.
3. Обсуждение алгоритма и параметров программной обработки цифровых фотографий для создания 3D-моделей объектов.
4. Фотографирование объектов.
5. Программная обработка цифровых фотографий. Оценка полученного результата.
6. Презентация результата. Мастер-класс по фотограмметрической обработке фотографических изображений при создании 3D-моделей объектов.

КЕЙС №4

Название кейса: Выявление негативных экологических процессов в акватории Воронежского водохранилища.

Описание реальной ситуации: Ежегодное цветение Воронежского водохранилища создает дискомфорт для жителей г. Воронежа. Управление экологии планирует провести расчистку акватории. Нам поставлена задача построить карту зарастания Воронежского водохранилища, которая позволит провести работы в кратчайшие сроки.

Ход кейса:

1. Введение в проблематику.
2. Планирование решения задачи.
3. Основные функции геопортала по получению материалов дистанционного зондирования Земли.
4. Загрузка данных.
5. Особенности выбора подходящих космоснимков.
6. Инструментарий для обработки материалов дистанционного зондирования Земли.
7. Коррекция космоснимков.
8. Сборка и обрезка сцен.
9. Построение карты зарастания акватории Воронежского водохранилища.

Вопросы для итогового собеседования (11-13 лет)

Вводный модуль

1. Что такое картографические проекции и их назначение?
2. Что означают масштабы карты 1:1000 и 1:1 000 000?
3. Знакома ли вам аббревиатура ГИС? Расшифруйте её.
4. Где используются ГИС? Приведите пример.
5. Какими тремя основными графическими формами представляются объекты на электронных картах?
6. Приведите примеры известных вам режимов фотосъемки.
7. Приведите примеры известных вам способов создания 3D-моделей.

Углубленный модуль

1. Что такое ГИС?
2. Какими основными графическими формами представляются объекты в векторном формате?
3. Для чего в ГИС используются Стили?
4. Какие задачи может решать аэросъемка?
5. Что такое БПЛА и из чего он состоит?
6. Какая существует полезная нагрузка для БПЛА?
7. Какие параметры влияют на качество аэросъемки?
8. Для чего планируют съемку для БПЛА?
9. Что такое фотомозаика и что нужно, чтобы ее составить из аэроснимков?
10. Что такое *.csv файл?

Предпроектный модуль

1. Расскажите о кейсе по тематике веб-ГИС.

2. Расскажите о кейсах по тематике 3D-моделирования.

Вопросы для итогового собеседования (14-17 лет)

Вводный модуль

1. Что такое картографические проекции, их назначение?

Приведите примеры.

2. Что означают масштабы карты 1:1000 и 1:1 000 000?
3. Расшифруйте аббревиатуру ГИС.
4. Назовите основные функции ГИС
5. Где используются ГИС? Приведите пример.
6. Приведите пример растровых данных.
7. Приведите пример векторных данных.
8. Какими основными графическими формами представляются

объекты в векторном формате?

9. Расшифруйте термин «фотография».
10. Какие существуют параметры фотосъемки?
11. Приведите примеры известных вам режимов фотосъемки.
12. Приведите примеры известных вам способов создания 3D-

моделей.

Углубленный модуль

1. Что такое ГИС?
2. Какие форматы хранения данных используются в ГИС?
3. Какими основными графическими формами представляются

объекты в векторном формате?

4. Где сохраняются характеристики объектов, представленных на электронных картах?

5. Для чего в ГИС используются Стили?
6. Какие задачи может решать аэросъемка?
8. В чем разница между космической и аэросъемкой?

9. Что такое БПЛА и из чего он состоит?
10. Какая существует полезная нагрузка для БПЛА?
11. Какие параметры влияют на качество аэросъемки?
12. Для чего планируют съемку для БПЛА?
13. Что такое фотомозаика и что нужно, чтобы ее составить из аэроснимков?
14. Что такое веб-приложение (веб-сервис)? Как это связано с ГИС?
15. Какую информацию можно получить на Портале открытых данных?
16. Что такое *.csv файл?
17. Для чего в веб-сервисах нужны виджеты?

Предпроектный модуль

1. Расскажите о кейсе по тематике веб-ГИС.
2. Расскажите о кейсах по тематике 3D-моделирования.