

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет

«Утверждено»

Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано

Учебно-методической комиссией
факультета

« 17 » декабря 2018г.

протокол № 14

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to the Dean or a member of the commission.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ТРЕХМЕРНОЕ АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

по направлению подготовки 05.04.03 «Картография и геоинформатика»
уровня высшего образования магистратура
с присвоением квалификации «магистр»

Направленность (профиль):

«Геоинформационные и аэрокосмические методы картографирования»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Картография и геоинформатика» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины – приобретение магистрантами теоретических знаний и практических навыков использования стереоскопической модели местности для решения картографических и географических задач средствами компьютерной стереообработки цифровых снимков; знакомство с основами стереоскопического геомоделирования, историческими этапами его развития.

Дисциплина состоит из теоретической («*Основы учения о стереоскопической модели местности*») и практической («*Компьютерный стереопрактикум*») частей, базируясь на компьютерном стереопрактикуме.

Основная цель практической части – объективно оценить и развить индивидуальную способность магистранта к стереоскопическим наблюдениям, практически научить его измерять стереоскопическую модель различными способами на цифровых фотограмметрических приборах, а также оценивать достоверность результатов визуальных и автоматических компьютерных стереоизмерений. Магистранту предоставляется возможность практически освоить основные аппаратно-программные средства компьютерного стереомоделирования, ознакомиться с особенностями технологических схем географо-картографического применения стереоскопических моделей, получить начальные навыки изготовления различных трехмерных геоинформационных продуктов.

Задачи освоения дисциплины – изложить основы учения о стереоскопической модели, рассмотреть закономерности и особенности стереоскопического восприятия человеком трехмерного мира, проанализировать изобразительные и измерительные свойства стереоскопических моделей, получаемых по наземным, аэро- и космическим снимкам, оценить области их практического применения в географии и картографии.

Основная задача практической части курса – «*Компьютерного стереопрактикума*» – выполнение цикла практических работ, рассчитанных на получение пространственных характеристик местности и количественных показателей динамики различных объектов путем компьютерных измерений стереомоделей.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Трехмерное аэрокосмическое моделирование» относится к вариативной части ООП магистерской программы «Геоинформационные и аэрокосмические методы картографирования» по направлению 05.04.03 «Картография и геоинформатика». Преподается в 1 семестре 1 года обучения в магистратуре и имеет статус «обязательная» для изучения.

Понимание общих положений учения о стереоскопической модели, умение выполнять и профессионально оценивать возможности и результаты компьютерных стереоизмерений необходимо будущим магистрам для наиболее эффективного решения инвентаризационных, оценочных, динамичных и прогнозных географо-картографических задач на основе дешифрирования и фотограмметрических измерений стереоскопических моделей местности по наземным, аэро- и космическим снимкам.

Для освоения дисциплины требуются знания основ картографии, геоинформатики, дистанционного зондирования, фотограмметрии, владение информационными технологиями.

Знания и навыки, полученные в результате изучения дисциплины «Трехмерное аэрокосмическое моделирование» необходимы для комплексной профессиональной подготовки магистров, прохождения производственной и научно-производственной практик, выполнения научно-исследовательской работы, подготовки магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Владение навыками выбора оптимальных типов космических снимков, алгоритмов обработки и способов картографирования, технологий применения цифровых стереоскопических моделей местности при решении типовых географо-картографических задач (СПК-3.М, *формируется частично*).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основы учения о стереоскопической модели местности (стереоскопического геомоделирования); технологии применения цифровых стереоскопических моделей местности при решении типовых географо-картографических задач.

Уметь: профессионально оценивать возможности и результаты компьютерных визуальных и автоматических стереоизмерений; осуществлять выбор технологических схем обработки цифровых стереомоделей для получения пространственных характеристик исследуемого географического объекта и явления и их изменений во времени; определять оптимальные аппаратно-программные средства для разных вариантов стереоскопического геомоделирования.

Владеть: профессиональными навыками компьютерных стереоскопических наблюдений и измерений различными способами; методами изготовления различных геоинформационных продуктов на основе использования трехмерного аэрокосмического моделирования.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 56 часов, в т.ч. лекции – 14 часов и семинары – 42 часа. Объем самостоятельной работы студентов – 16 академических часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	семестр	неделя	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		СРС	
				лекции	семинары		
<i>Раздел 1. Основы учения о стереоскопической модели местности</i>							
1	Введение	1	1	2	-	-	-
2	Зрительный стереоскопический образ – перцептивная пространственная модель	1	1	2	-	-	-
3	Зрение как биологическая информационная система	1	2	2	-	-	-
4	Стереоскопическое геомоделирование	1	2	2	-	-	-
5	Цифровая стереоскопическая модель	1	3	2	-	-	-
6	Практическое использование стереоскопических моделей	1	3	2	-	-	-
7	Заключение	1	4	2	-	1	Устный опрос

<i>Раздел 2. Компьютерный стереопрактикум</i>							
1	Основные способы стереоскопических наблюдений аналоговых снимков. Пространственный анализ стереоскопических моделей географических объектов и ландшафтов.	1	4-5	-	4	1	Тестирование. Отчет по практической работе
2	Различные способы измерений стереоскопической модели на компьютерном стереокомпараторе. Определение крутизны горного склона по фототеодолитным снимкам.	1	5-6	-	4	1	Тестирование. Отчет по практической работе
3	Оптимальные условия компьютерных стереоизмерений. Влияние увеличения на метрические свойства стереомоделей	1	6-7	-	4	1	Отчет по практической работе
4	Измерение наземной стереомодели. Определение морфометрических показателей термокарстовой котловины на горном леднике.	1	7-8	-	4	1	Отчет по практической работе
5	Построение разновременных профилей по наземным стереомоделям. Исследование динамики горного ледника.	1	8-9	-	4	1	Отчет по практической работе
6	Автоматические (корреляционные) измерения стереоскопической модели для построения цифровой модели рельефа и горизонталей.	1	9-10	-	4	1	Отчет по практической работе
7	Цифровое моделирование рельефа по космическим стереоснимкам сверхвысокого разрешения.	1	10-11	-	4	1	Отчет по практической работе
8	Особенности стереоскопических измерений в ЦФС. Цифровая фотограмметрическая система <i>PHOTOMOD</i> . Стереоизмерения при построении ЦМР для создания ортофотоснимка.	1	11-12	-	4	1	Отчет по практической работе
9	Особенности стереоскопических измерений в ЦФС. Цифровая фотограмметрическая система <i>INPHO</i> . Использование стереомоделей для построения «истинного»	1	12	-	2	1	Отчет по практической работе

	ортофотоплана городской территории.						
10	Особенности стереоскопических измерений в ЦФС. Цифровая фотограмметрическая система ЦНИИГАуК. Трассирование по стереомодели горизонталей и контуров при топографическом картографировании.	1	13	-	2	1	Отчет по практической работе
11	Цифрование фотографических снимков, предназначенных для стереоизмерений. Фотограмметрический сканер DETLTASCAN	1	13	-	2	1	Отчет по практической работе
12	Поэтапный контроль построения цифровой модели рельефа по результатам стереоизмерений. Создание ЦМР тестового объекта	1	14	-	4	1	Тестирование. Отчет по практической работе
13	Промежуточная аттестация					3	Зачет
	Итого			14	42	16	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций

Часть 1. Основы учения о стереоскопической модели местности.

Введение. Значение трехмерного моделирования в аэрокосмическом зондировании. Стереоскопическое моделирование. Учение о стереоскопической модели местности. Место дисциплины в системе дисциплин базового модуля «Аэрокосмическое зондирование». Основные термины, определения. Взаимодействие с родственными дисциплинами. Задачи теоретического и практического разделов дисциплины.

Зрительный стереоскопический образ – перцептивная пространственная модель. Особенности зрительного восприятия человека. Глазной снимок и зрительный образ; их принципиальные различия.

Геометрические и изобразительные свойства зрительного стереоскопического образа. Геометрия зрительного образа в ближнем и дальнем планах. Законы константности величины и формы. Метрические свойства зрительного образа. Постоянство тона и цвета. Закон Вебера-Фехнера.

Модельные свойства зрительного стереоскопического образа. Обзорность, наглядность, генерализованность, метричность, символичность зрительного стереоскопического образа. Точность визуальных измерений местности

Генерализация. Три фактора зрительной генерализации. Механизмы зрительной генерализации.

Иллюзии. Оптико-геометрические, яркостные, цветовые иллюзии. Значение иллюзий при визуальном дешифрировании снимков.

Зрение как биологическая информационная система.

Информационная роль света. Восприятие и регистрация интенсивности и спектрального состава света.

Устройство и функционирование зрительной системы. Роль мозга, глаз и подвижного тела в формировании зрительного образа. Аналогово-дискретное преобразование видеoinформации сетчаткой. Кодирование импульсами. Специализация зрительных

нейронов. Движение глаз. Осознанное сканирование. Системы нейронов «где», «что». Механизмы реализации пространственного восприятия в зрительной системе: аккомодационный, конвергентный, диспаратностный.

Зрительное восприятие и аэрокосмическое картографирование. Снимок, карта, цифровая модель и зрительный образ – родственные модели. Картографическая, аэрокосмическая и зрительная генерализация.

Стереоскопическое геомоделирование.

Из истории стереоскопического моделирования.

Зарождение стереоскопии. Открытия Ч. Уитстоном диспаратности, искусственного стереоэффекта, изобретение стереоскопа.

Изобретение фотографии. Пионерные работы по светописи, стереоскопической фотографии и ее широкое распространение во второй половине XIX в.

Развитие способов наблюдения стереоскопической модели (вторая половина XIX в.). Линзовый стереоскоп, анаглифические и светозатворные очки; поляроидные очки. Изобретение растровой стереоскопии – «автостереоскопии» (начало XX века).

Разработка способов измерения стереомodelей: способа двух марок и способа реальной марки. Изобретение стереокомпаратора. Первый картографический прибор (стереоавтограф) для трассирования горизонталей и контуров по стереомodelи наземных снимков.

Технологии получения стереоскопических снимков картографо-географического назначения. Начало XX в. – наземная стереофотограмметрическая съемка; с 20-х годов XX в. – воздушная стереосъемка; с 80-х годов XX в. – космическая стереосъемка.

Способ псевдопараллакс. Первое применение. Аэросъемочный и космический варианты способа псевдопараллакс.

Первые фундаментальные монографии. (А.С.Скиридов, Н.А.Валюс, Л.Е.Смирнов).

Структура, концепции, основные понятия стереоскопического геомоделирования. Термины стереоскопическая пара снимков и стереоскопический эффект. Стереоскопический образ. Стереоскопическая модель. Геометрическая и психологическая концепции стереомodelей. Понятие о пространственно-временном съемочном базисе. Базовые понятия – элементы ориентирования снимков, коэффициенты рациональных полиномов (RPC), параллакс.

Разновидности стереомodelей. Прямые, обратные, нулевые; топографические, смещения (псевдостереоскопические), суммарные стереомodelи. Эпиполярная стереомodelь.

Наблюдение и измерение стереомodelей. Эффект слияния парных изображений (физия). Условия стереоскопических наблюдений сопряженной пары снимков. Два способа стереоизмерений. Стереоскопическое визирование. Относительная ошибка отстояния.

Получение стереоскопических снимков. Стереоскопическое фотографирование. Наземные, воздушные (аэро), космические стереосъемки. Показатель стереосъемки. Стереосъемка с временного базиса.

Цифровая стереоскопическая модель.

Аналоговые и цифровые снимки. Разновидности исходных аналоговых снимков. Цифрование аналоговых (фотографических) снимков. Выбор сканера и параметров цифрования. Фотограмметрический сканер. Цифровые съемочные камеры.

Наблюдение стереомodelей на экране монитора. Типы мониторов для наблюдения стереоскопических моделей. Оптимальное разрешение дисплея. Детализирующее и масштабирующее увеличения. Способы наблюдения цифровых стереоскопических моделей: оптико-бинокулярный, анаглифический, светозатворный, поляризационный, безочковый.

Методы визуализации объемных пространственных моделей для наблюдения безочковым способом. Растровая стереоскопия. Голография.

Дешифрирование стереоскопической модели. Дешифровочные свойства стереомодели. Метрические и изобразительные свойства. Деформация стереомодели. Разрешающая способность стереомодели. Качество стереомодели. Острота стереозрения. Неконгруэнтность изображений.

Визуальные стереоизмерения. Компьютерный вариант способа двух марок. Стереоскопическое визирование на компьютере. Стереонаблюдение невооруженными глазами: конвергенция и аккомодация. Оптимальные условия стереоскопических наблюдений, комфортность стереоизмерений. Ошибка наведения, ошибка отсчета.

Автоматические стереоизмерения. Классический матричный коррелятор. Коэффициент корреляции. Возможности и ограничения. Размер корреляционной матрицы и зоны поиска.

Практическое использование стереоскопических моделей. Информационные свойства стереоскопической геомодели. Изобразительные свойства. Метрические свойства.

Стереоскопический метод исследования. Качественные и количественные исследования.

Картографо-географическое применение. Топографические карты всего масштабного ряда. Изучение динамики географических объектов и явлений (синхронная стереосъемка быстропротекающих явлений и процессов, псевдостереомоделирование, внедрение стереомоделирования в лабораторные эксперименты).

Нетопографическое применение. Машинное зрение. Дистанционный способ трехмерных измерений. Стереokino, стереотелевидение, стереоинтернет.

Геоинформационные продукты, создаваемые по стереомоделям. Пространственные координаты отдельных точек, цифровая модель рельефа и местности, горизонталы, контуры, профили, ортоизображение местности, пространственные 3D-модели, морфометрические показатели динамики.

Заключение. Развитие концептуальных основ дисциплины. Учение о стереоскопической модели местности как пограничная область между стереоскопией, фотограмметрией и дешифрированием. Бионический подход в картографии. Родственные геомодели.

Часть 2. Компьютерный стереопрактикум

Практикум нацелен на решение двуединой задачи – *стереометрической*, связанной с освоением визирования на стереомодели, сформированные по цифровым снимкам разных объектов, разного типа, качества, масштаба (разрешения) и *тематической*, ориентированной на получение географо-картографического результата.

Последовательность практических работ построена по принципу нарастания сложности заданий. Работы выполняются индивидуально и завершаются подготовкой отчетного материала (таблицы, графики, твердые копии изображений экрана, распечатки стереопар снимков для безочкового наблюдения стереоскопических моделей и т.д.).

План проведения семинаров

Вводная часть – Преподаватель дает разъяснения по теме занятия, теоретическому обоснованию задания, его цели, используемым материалам стереофотосъемки и программному обеспечению.

Индивидуальная работа в аудитории – студенты выполняют тренировочную и основную часть задания, нацеленные на освоение различных видов стереонаблюдения и стереоизмерений, решение поставленной географо-картографической задачи.

Контроль со стороны преподавателя осуществляется на промежуточных этапах работы студентов и при подготовке студентами отчетных материалов. Работа считается зачтенной, если, если полученные результаты и их оформление соответствуют установленным требованиям.

Темы семинаров

Семинар 1. Основные способы стереоскопических наблюдений аналоговых снимков. Пространственный анализ стереоскопических моделей географических объектов и ландшафтов.

Цель и содержание. Знакомство со способами стереоскопических наблюдений аналоговых снимков с помощью зеркального, зеркально-линзового, линзового, призмного стереоскопов и анаглифических очков. Освоение стереоскопического наблюдения безочковым способом. Получение навыков пространственного анализа стереоскопических моделей географических объектов и ландшафтов при визуальном наблюдении учебных стереоскопических пар снимков.

Тестовый контроль способностей к стереонаблюдениям.

Материалы. Стереопары аналоговых снимков, стереограммы, анаглифические снимки.

Отчетные результаты работы. Результат теста по оценке способностей к стереонаблюдениям.

Семинар 2. Различные способы измерений стереоскопической модели на компьютерном стереокомпараторе. Определение крутизны горного склона по фототеодолитным снимкам.

Цель и содержание. Освоение различных способов стереонаблюдений при визуальных компьютерных стереоизмерениях. Вычисление детализирующего увеличения снимков для оценки масштаба экранного изображения. Использование результатов компьютерных измерений стереомодели, сформированной по фототеодолитным снимкам для определения морфометрических показателей горного склона.

Тестовый контроль способностей к визуальным компьютерным стереоизмерениям.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара фототеодолитных снимков, предварительно оцифрованных на фотограмметрическом сканере. Компьютерный стереокомпаратор (KSK), совместная разработка лаборатории аэрокосмических методов географического факультета МГУ и компании ИБИК. Использование KSK для проведения практикума бесплатно.

Отчетные результаты работы. Таблицы с морфометрическими показателями горного склона, вычисленными по результатам стереоизмерений (углы наклона и превышения). Результат теста по оценке способностей к визуальным компьютерным стереоизмерениям.

Семинар 3. Оптимальные условия компьютерных стереоизмерений. Влияние увеличения на метрические свойства стереомоделей.

Цель и содержание. Определение оптимальных индивидуальных условий, которые обеспечивают наблюдателю наивысшую комфортность стереоизмерений – способ стереонаблюдения, вид модели и измерительной марки, детализирующее и масштабирующее увеличение. Сравнительная оценка точности определения продольных параллаксов по стереомоделям, имеющим разное детализирующее увеличение, анализ соотношения ошибки наведения и ошибки отсчета.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара фототеодолитных снимков горного склона, предварительно оцифрованных на фотограмметрическом сканере. Компьютерный стереокомпаратор (KSK), совместная разработка лаборатории аэрокосмических методов географического факультета МГУ и компании ИБИК. Использование KSK для проведения практикума бесплатно.

Отчетные результаты работы. Таблица с выбранными индивидуальными условиями стереонаблюдений. Таблица с результатами определения продольных параллаксов по стереомоделям с разным детализирующим увеличением.

Семинар 4. *Измерение наземной стереомодели. Определение морфометрических показателей термокарстовой котловины на горном леднике.*

Цель и содержание. Получение навыков визуальных компьютерных стереоизмерений стереоскопической модели, сформированной по наземным цифровым снимкам, с использованием индивидуально подобранных на предыдущем занятии условий стереоизмерений. Использование результатов стереоизмерений наземной стереомодели горного ледника для определения морфометрических показателей образовавшейся на языке ледника термокарстовой котловины.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара наземных цифровых снимков участка ледника, полученная калиброванной цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 5000. Учебные программы, разработанные сотрудниками лаборатории аэрокосмических методов.

Отчетные результаты работы. Таблица с результатами измерений стереомодели в репрезентативных точках котловины. Таблица с результатами вычислений в программе *Координаты и Морфометрия*. Таблица с морфометрическими показателями термокарстовой котловины.

Семинар 5. *Построение разновременных профилей по наземным стереомоделям. Исследование динамики горного ледника.*

Цель и содержание. Освоение различных способов профилирования по стереоскопическим моделям при компьютерных стереоизмерениях (профилирование по цифровым моделям рельефа, полученным по результатам стереоизмерений, непосредственное профилирование с измерением стереоскопической модели в строго заданной вертикальной плоскости). Использование результатов стереоизмерений для изучения динамики объектов на примере исследования отступления ледника по вычисленной среднегодовой величине линейного отступления.

Материалы и программное обеспечение. Разновременные наземные цифровые стереоснимки, полученные со стационарного базиса калиброванной цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 5000 на территорию моренно-озёрного комплекса и языка ледника. Учебные программы, разработанные сотрудниками лаборатории аэрокосмических методов.

Отчетные результаты работы. Величина среднегодового отступления ледника. Распечатка экранной копии левого снимка стереопары с точками измерений стереомодели в учебной программе *Профилометр*. Распечатка совмещенных разновременных профилей конца ледника, построенных по результатам измерений.

Семинар 6. *Автоматические (корреляционные) измерения стереоскопической модели для построения цифровой модели рельефа и горизонталей.*

Цель и содержание. Знакомство с автоматическими (корреляционными) стереоизмерениями, принципом и особенностями работы стереокоррелятора. Практическое освоение корреляционных стереоизмерений в процессе автоматических измерений в узлах регулярной сетки стереоскопической модели поверхности ледника и контроля работы коррелятора при каждом измерении. Построение ЦМР и изолинейных моделей рельефа по результатам корреляционных стереоизмерений. Получение и наблюдение двойной стереоскопической модели, составленной по стереопаре снимков и наложенной объемной изолинейной модели поверхности ледника, для контроля результатов корреляционных стереоизмерений.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара наземных цифровых снимков участка ледника, полученная калиброванной цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 5000. Стереопара вертолетных плановых аэрофотоснимков, предварительно оцифрованных на фотограмметрическом сканере. Учебные программы, разработанные сотрудниками лаборатории аэрокосмических методов.

Отчетные результаты работы. Распечатка изолинейных моделей рельефа, полученных по результатам корреляционных стереоизмерений. Распечатка стереопары аэрофотоснимков с нанесенными изолиниями для наблюдения двойной стереоскопической модели безочковым способом.

Семинар 7. Цифровое моделирование рельефа по космическим стереоснимкам сверхвысокого разрешения

Цель и содержание. Знакомство с особенностями визуальных компьютерных стереоизмерений цифровых космических снимков сверхвысокого разрешения. Получение опыта стереоизмерений по "пикетам" в характерных точках рельефа. Построение ЦМР и изолинейной модели рельефа по результатам визуальных стереоизмерений. Получение и наблюдение двойной стереоскопической модели, составленной по стереопаре снимков и наложенной объемной изолинейной модели, для контроля результатов визуальных стереоизмерений.

Материалы и программное обеспечение. Цифровые космические снимки, полученные съемочными системами спутников Ikonos, QuickBird и GeoEye. Учебные программы, разработанные сотрудниками лаборатории аэрокосмических методов.

Отчетные результаты работы. Стереопара космических снимков сверхвысокого разрешения с точками измерений (распечатка копии экрана). Распечатка стереопары космических снимков сверхвысокого разрешения с наложенными изолиниями для наблюдения двойной стереоскопической модели безочковым способом.

Семинар 8. Особенности стереоскопических измерений в ЦФС. Цифровая фотограмметрическая система PHOTOMOD (Россия). Стереоизмерения при построении ЦМР для создания ортофотоснимка.

Цель и содержание. Знакомство с особенностями визуальных и автоматических стереоизмерений в ЦФС на примере ЦФС PHOTOMOD: выполнение визуальных стереоизмерений по "пикетам", "структурным линиям" рельефа; выполнение автоматических стереоизмерений при разных параметрах стереокоррелятора; выбор алгоритмов построения TIN; выполнение ручного и автоматического редактирования результатов стереоизмерений; контроль полученных результатов при наблюдении двойной стереоскопической модели. Использование результатов стереоизмерений для получения ортофотоснимка.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара аэрофотоснимков северного склона г. Эльбрус, предварительно оцифрованных на фотограмметрическом сканере. Лицензионные коммерческие программы: ЦФС PHOTOMOD.

Отчетные результаты работы. Трансформированный кадровый аэрофотоснимок с наложенной TIN (распечатка копии экрана). Трансформированный кадровый аэрофотоснимок с наложенными горизонталями (распечатка копии экрана). Ортофотоснимок.

Семинар 9. Особенности стереоскопических измерений в ЦФС. Цифровая фотограмметрическая система INPHO. Использование стереомоделей для построения «истинного» ортофотоплана городской территории.

Цель и содержание. Знакомство с особенностями визуальных и автоматических стереоизмерений в ЦФС на примере ЦФС INPHO: выполнение автоматических и визуальных стереоизмерений; рисовка контуров (границ объектов) по стереомодели, необходимых для устранения «мертвых зон» на ортотрансформированных снимках; построение ортофотоплана по технологии True Ortho.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара цифровых аэрофотоснимков, полученных аэросъемочной камерой Z/I Imaging DMC. Демонстрационная версия ЦФС INPHO.

Отчетные результаты работы. Рабочее окно визуализации ЦММ в ЦФС INPHO. Фрагмент ортофотоплана, полученного по технологии True Ortho.

Семинар 10. Особенности стереоскопических измерений в ЦФС. Цифровая фотограмметрическая система ЦНИИГАиК. Трассирование по стереомодели горизонталей и контуров при топографическом картографировании.

Цель и содержание. Знакомство с особенностями визуальных и автоматических стереоизмерений, выполняемых в ЦФС на примере ЦФС ЦНИИГАиК: получение начальных навыков трассирования по стереомодели горизонталей и контуров, используемых при стереоскопическом составлении топографических планов и карт.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара цифровых аэрофотоснимков, стандартные условные обозначения, принятые для планов масштаба 1:2 000. Демонстрационная версия ЦФС ЦНИИГАиК.

Отчетные результаты работы. Фрагмент ортофотоплана, совмещенного с векторными объектами картографирования.

Семинар 11. Цифрование фотографических снимков, предназначенных для стереоизмерений. Фотограмметрический сканер DETLTASCAN.

Цель и содержание. Знакомство с принципиальным устройством фотограмметрических сканеров и особенностями выбора параметров цифрования снимков, предназначенных для стереоизмерений на примере фотограмметрического сканера DETLTASCAN. Получение опыта сканирования на фотограмметрическом сканере.

Материалы и программное обеспечение. Негативы аэрофотоснимков на прозрачной основе. Лицензионная программа управления сканированием на фотограмметрическом сканере DETLTASCAN.

Отчетные результаты работы. Оцифрованный аэрофотоснимок с заданным размером пиксела.

Семинар 12. Поэтапный контроль построения цифровой модели рельефа по результатам стереоизмерений. Создание ЦМР тестового объекта.

Цель и содержание. Закрепление навыков компьютерных стереоизмерений и цифрового моделирования на примере построения цифровой модели «рельефа» лица человека по стереопаре портретных снимков. Выбирая точки измерений и способ интерполяции, студенты добиваются достоверного отображения лица изолиниями, наблюдая двойную стереоскопическую модель (стереопара снимков с наложенной объемной изолинейной моделью) – закрепляют навыки контроля результатов стереоизмерений.

Тестовый контроль навыков визуальных компьютерных стереоизмерений, развитых в процессе выполнения заданий стереопрактикума.

Материалы и программное обеспечение. Стереопара цифровых снимков лица, полученных калиброванной цифровой фотокамерой Nikon Coolpix 5000. Учебные программы, разработанные сотрудниками лаборатории аэрокосмических методов.

Отчетные результаты работы. Стереопара портретных снимков с наложенными изолиниями для визуального стереонаблюдения безочковым способом, с вариантами визуализации ЦМР лица.

Результат теста по оценке навыков визуальных компьютерных стереоизмерений, развитых в процессе выполнения заданий стереопрактикума.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельные тренировочные занятия по освоению безочкового способа стереонаблюдений и компьютерных стереоизмерений с опорой на работу на семинарах и

методические указания, приведенные в учебном пособии по курсу: Книжников Ю. Ф., Вахнина О. В., Харьковец Е. Г., Ильясов А. К., Евстратова Л. Г., Шахина М. С. Трехмерное аэрокосмическое моделирование: Учебное пособие. Под ред. Ю. Ф. Книжникова – М.: Географический факультет МГУ, 2011. – 150 с.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Отчет по практической работе включает выполнение студентом работы по теме семинара (№№ 1-12, см. п. 5. Содержание дисциплины) и при необходимости исправление замечаний.

Примерный перечень вопросов для устного опроса

1. Учение о стереоскопической модели местности. Основные термины, определения.
2. Особенности зрительного восприятия человека. Глазной снимок и зрительный образ; их принципиальные различия.
3. Механизмы реализации пространственного восприятия в зрительной системе.
4. Стереоскопическое геомоделирование. Базовые понятия – элементы ориентирования снимков, коэффициенты многочленов RPC, параллаксы.
5. Основные этапы в истории стереоскопического моделирования.
6. Разновидности стереомоделей.
7. Получение стереоскопических снимков.
8. Условия стереоскопических наблюдений.
9. Наблюдение стереомодели на экране монитора.
10. Визуальные стереоизмерения.
11. Автоматические стереоизмерения.
12. Практическое использование стереоскопических моделей.

Приобретенные навыки визуальных компьютерных стереоизмерений оцениваются по результатам визуального и компьютерного тестирования, проводимого на первых и последнем семинарских занятиях. Компьютерное тестирование основано на сравнительной оценке ошибок наведения измерительной маркой на серию контрольных точек стереомоделей тестовых объектов разных типов.

1. Тестовый контроль способностей к стереонаблюдениям.
2. Тестовый контроль способностей к визуальным компьютерным стереоизмерениям.
3. Тестовый контроль приобретенных навыков визуальных компьютерных стереоизмерений.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Зачет устный.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Устройство и функционирование зрительной системы человека.
2. Роль мозга и глаз в зрительном восприятии трехмерного окружающего мира.
3. Глазной снимок. Понятие и термин. Свойства глазного снимка и зрительного образа.
4. Геометрические и изобразительные свойства зрительного образа.
5. Геометрия зрительного образа в ближнем и дальнем планах.
6. Назначение зрительной генерализации.
7. Две системы зрительных нейронов – «где», «что».
8. Информационная роль света в формировании стереоскопического образа.
9. Стереоскопический образ и стереоскопическая модель местности.
10. Условия восприятия стереоскопической модели.
11. Основные способы визуальной сепарации снимков.
12. Принцип измерений стереомоделей способом двух марок и способом реальной марки.
13. Растровая стереоскопия. Голография.

14. Использование различных видов мониторов для стереоскопических наблюдений и измерений. Виды стереоскопических очков.
15. Дешифровочные свойства стереоскопической модели. Деформация стереомодели. Разрешающая способность стереомодели.
16. Факторы, влияющие на точность стереоскопических измерений. Ошибки наведения и отсчета при визировании измерительной маркой на цифровую стереомодель.
17. Принцип автоматических стереоизмерений цифровой стереомодели. Работа матричного стереокоррелятора. Каким образом можно повлиять на результаты автоматических стереоизмерений в цифровых фотограмметрических системах?
18. Какие виды стереоскопических измерений и в каких случаях используются при построении ЦМР в цифровых фотограмметрических системах?
19. Сравнительные достоинства и недостатки визуальных и автоматических (корреляционных) стереоизмерений. Факторы, влияющие на точность визуальных стереоизмерений. Причины отказа в работе матричного стереокоррелятора.
20. Классификации стереоскопических моделей. Разновременные стереоскопические модели, их разновидности и основные области применения.
21. Псевдостереоскопическая модель. Области применения.
22. Основные виды стереоскопической съемки.
23. Цифрование аналоговых снимков. Выбор оптимального размера пиксела цифрового снимка. Отличие фотограмметрического сканера от офисного.
24. Требования к повторным стереосъемкам, пригодным для количественной оценки динамики исследуемого объекта по разновременным стереомоделям. Когда следует применять для съемок сдвоенную стереокамеру?
25. Виды продукции, получаемой по результатам измерений стереомодели местности.
26. Области географо-картографического применения стереомодели местности. Решаемые задачи.
27. Приведите принципиальную схему технологии автоматического проведения горизонталей по стереомодели местности.
28. Какие параметры необходимо знать для выполнения измерительной стереосъемки определенного объекта.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Оценка	Незачет	Зачет
РО и соответствующие виды оценочных средств		
Знания (виды оценочных средств: устные опросы, тестирование)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: тестирование, практические задания)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт)	Наличие отдельных	Сформированные навыки

деятельности) (виды оценочных средств: тестирование, практические задания)	навыков или отсутствие навыков	(владения), применяемые при решении задач или в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме
---	--------------------------------	--

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Книжников Ю.Ф., Вахнина О.В., Харьковец Е.Г., Чалова Е.Р. Аэрокосмическое стереомоделирование. Часть I. Теоретические основы. Учебное пособие / Под редакцией Ю.Ф. Книжникова, В.И. Кравцовой. – М.: Географический ф-т МГУ, ФГУП НТЦ «ИНФОРМРЕГИСТР», № госрегистрации 0321503551, 2015. – 78 с (21 Мб)
2. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмическое стереомоделирование. – М.: Научный мир, 2015. – 112 с.
3. Книжников Ю. Ф. Основы стереоскопического геомоделирования. – М.: Научный мир, 2013. – 196 с.
4. Книжников Ю. Ф., Вахнина О. В., Харьковец Е. Г., Ильясов А. К., Евстратова Л. Г., Шамина М. С. Трехмерное аэрокосмическое моделирование: Учебное пособие. Под ред. Ю. Ф. Книжникова – М.: Географический факультет МГУ, 2011. – 150 с.
5. Цифровая стереоскопическая модель местности: экспериментальные исследования. Под ред. Ю. Ф. Книжникова. М., 2004. – 244 с.
6. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 416 с
7. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Практикум по курсу «Дешифрирование аэрокосмических снимков:» Учеб. пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2013. – 168 с.
8. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.

б) дополнительная литература:

1. Берлянт А. М. Картография. М., 2010
2. Верещака Т. В. Топографические карты: научные основы содержания. М., 2002.
3. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М., 1988.
4. Грегори Р. Л. Разумный глаз. М., 1972.
5. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М., 2000.
6. Валюс Н. А. Стереофотография, кино, телевидение. М., 1986.
7. Краснопевцев Б. В. Фотограмметрия. М., 2008.
8. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. М., 2008.
9. Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов. М., 1987.
10. Новаковский Б. А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. М., 1997.
11. Обиралов А. И., Лимонов А. Н., Гаврилова Л. А. Фотограмметрия и дистанционное зондирование. М., 2006.
12. Раушенбах Б. В. Геометрия картины и зрительное восприятие. СПб., 2001
13. Солсо Р. Л. Когнитивная психология. М., 1996.
14. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение. М., 1990.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Специальные учебные программы для обучения стереонаблюдениям, разработанные сотрудниками лаборатории аэрокосмических методов кафедры картографии и геоинформатики географического факультета и российской фирмы ИБИК, специализирующейся на создании стереотренажеров и систем стереонаблюдения, коммерческие цифровые фотограмметрические системы PHOTOMOD, ЦФС ЦНИИГАиК (бесплатная демонстрационная версия), INPHO (бесплатная демонстрационная версия).

- Сайт компании «Ракурс», <http://www.racurs.ru>
- Сайт компании ИБИК, <http://www.stereo-pixel.ru>
- Сайт компании Inpho, <http://www.inpho.de/>
- Сайт НПП «Геосистема», <http://vingeo.com/Rus/>
- Сайт «DATA+», www.dataplus.ru;
- Сайт инженерно-технологического центра Сканекс, <http://www.scanex.ru>

г) методические указания к практическим и/или творческим работам: варианты индивидуальных заданий и указания по их выполнению

Книжников Ю. Ф., Вахнина О. В., Харьковец Е. Г., Ильясов А. К., Евстратова Л. Г., Шамина М. С. Трехмерное аэрокосмическое моделирование: Учебное пособие. Под ред. Ю. Ф. Книжникова – М.: Географический факультет МГУ, 2011. – 150 с. -

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Специализированный компьютерный класс для проведения практических занятий, оснащенный:

1. Компьютерными стереоизмерительными комплексами, включающими:
 - ПК (ОЗУ не менее 8 Гб, объем жесткого диска от 100 Гб, с графическими адаптерами Quadro FX) со специальным программным обеспечением;
 - стереомониторы разных типов (кинескопного типа и жидкокристаллические с частотой кадровой развертки не менее 120 Гц; двухдисплейные жидкокристаллические и др.) с размером экрана не менее 19” и разрешением от 1024x768;
 - стереоочки разных типов (призменные, анаглифические, поляризационные, светозатворные с проводным (фирмы ИБИК) и инфракрасным (Nu Vi-Sion) управлением;
2. Фотограмметрический сканер
3. Цветной принтер
4. Стереоскопы (зеркальный, зеркально-линзовый, линзовый и др., бинокляр ЦНИИГАиК).
5. Комплект для цифровой стереосъемки (цифровые фотоаппараты, в том числе специализированные стереокамеры, специализированная установка-штатив для стереосъемки)
6. Сетевое оборудование
7. Комплект учебных стереопар фотографических (аналоговых) наземных, аэро- и космических снимков разного вида, масштаба, тематики (15-20 шт.)
8. Стереопары цифровых наземных, аэро- и космических снимков.
9. Презентационный стереоклип, содержащий различные анаглифические стереопары, стереоскопический видеофильм.
10. Комплект учебно-методической и научной литературы.

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

Тесты контроля остаточных знаний по дисциплине

1. Перечислите механизмы реализации пространственного восприятия в зрительной системе человека.

2. В чем состоит сложность наблюдения стереоскопической модели невооруженными глазами?
3. Перечислите условия восприятия стереоскопической модели.
4. Перечислите известные Вам способы наблюдения стереомоделей на компьютере.
5. Зачеркните неправильные сочетания типа монитора и типа стереочков:
 - а) мониторы с жидкокристаллическим дисплеем – поляризационные очки,
 - б) мониторы с жидкокристаллическим дисплеем – светозатворные очки,
 - в) мониторы на основе электронно-лучевой трубки – светозатворные очки,
 - г) мониторы на основе электронно-лучевой трубки – поляризационные очки,
 - д) мониторы на основе электронно-лучевой трубки – анаглифические очки.
6. Каким образом можно осуществить визуальный контроль достоверности компьютерных стереоизмерений? Дайте краткий ответ.
7. Перечислите открытия Ч. Уитстона в области стереоскопии.
8. В каких единицах получают измеренные на компьютере координаты снимка и параллаксы?
9. Можно ли по цифровой стереомодели непосредственно измерить следующие характеристики (зачеркните неправильное):
 - а) угол наклона склона,
 - б) координаты точки,
 - в) площадь контура на местности.
10. В приведенных примерах зачеркните причины возможного отказа или ошибочной работы матричного стереокоррелятора:
 - а) отсутствие выраженной структуры изображения,
 - б) наличие выраженной периодической структуры изображения,
 - в) неконгруэнтность стереопарных снимков по тону и контрасту,
 - г) неконгруэнтность стереопарных снимков по числу и форме контуров.

Программа одобрена на заседании кафедры картографии и геоинформатики.

Зав. кафедрой



И.К. Лурье

Разработчики:

Ю.Ф. Книжников

главный научный
сотрудник, д.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики

Е.Г. Харьковец

старший научный
сотрудник

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики

О.В. Вахнина

научный сотрудник

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики

Эксперт:

Е.А. Балдина

ведущий научный
сотрудник, к.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики