

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет

«Утверждено»

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



Согласовано

Учебно-методической комиссией
факультета

« 06 » декабря 2018 г.

протокол № 14
(Signature)

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая фотограмметрия»

по направлению подготовки 05.03.03 «Картография и геоинформатика»
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»

Направленность (профиль): общий

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

Цель: познакомить студентов с теоретическими основами цифровой фотограмметрии, сформировать представление о современном аппаратном и программном обеспечении, методах цифровой обработки изображений.

Задачами освоения дисциплины: обучение студентов конкретным методам и приемам цифровой фотограмметрической обработки изображений, извлечению пространственной информации и созданию цифровых моделей местности на основе данных дистанционного зондирования.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Цифровая фотограмметрия» относится к вариативной части ООП, входит в модуль «Аэрокосмическое зондирование», преподается в 5 семестре 3 курса и имеет статус «обязательная» для изучения.

Понимание общих положений, владение навыками обработки и интерпретации данных аэрокосмического зондирования необходимо будущим специалистам для выполнения комплекса картосоставительских и научно-исследовательских работ по разработке и актуализации топографических и тематических карт, формированию картографических баз данных и специализированных геоинформационных продуктов, решению прикладных географических и экологических задач.

Для освоения материала дисциплины необходимы знания основ дистанционного зондирования, фотограмметрии, географии, физики и математики.

Освоение дисциплины «Цифровая фотограмметрия» необходимо в качестве предшествующей для дисциплин, оперирующих данными дистанционного зондирования Земли, курсов географического картографирования, а также для прохождения практик.

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 аэрокосмическими методами картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки и дешифрирования снимков разного типа, стереоизмерений и трехмерного аэрокосмического моделирования (ПК-9.Б, *формируется частично*).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать теоретические основы в области цифровых технологий геометрической обработки данных дистанционного зондирования;

Уметь создавать ортофотопланы и цифровые фотограмметрические модели местности на современных цифровых фотограмметрических станциях;

Владеть технологиями цифровой обработки изображений для извлечения данных о пространственном положении объектов местности.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 36 часов, в т.ч. лекции – 18 часов, семинары – 18 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 36 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		
1	Введение	5	1	2	-	2	-
2	Аппаратное и программное обеспечение	5	2-3	4	-	4	Устный опрос
3	Источники, влияющие на точность фотограмметрической обработки	5	4	2	-	4	Устный опрос
4	Методы цифровой обработки изображений	5	5-9	4	4	8	Отчет по практическим работам
5	Технологическая схема цифровой фотограмметрической обработки стереомоделей	5	10-14	2	8	8	Отчет по практическим работам
6	Цифровая фотограмметрическая обработка радиолокационных изображений	5	15-17	2	4	5	Отчет по практической работе
7	Перспективы развития цифровой фотограмметрии	5	18	2	2	2	Реферат по темам 1-7
8	Промежуточная аттестация					3	Зачет
	Итого			18	18	36	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций.

Тема 1. Введение.

Цели и задачи курса. Определение нового интегрированного научного направления «цифровая фотограмметрия и дистанционное зондирование».

Тема 2. Аппаратное и программное обеспечение.

Фотограмметрические приборы и системы. Цифровые фотограмметрические станции. Типы и форматы цифровых данных. Программные средства обработки цифровых изображений.

Тема 3. Источники, влияющие на точность фотограмметрической обработки.

Ошибки фотограмметрических измерений. Источники, искажающие центральную проекцию снимка. Дисторсия объектива съёмочной системы. Деформация изображения. Влияние наклона оптической оси и рельефа местности на смещение точек. Влияние сферичности Земли на фотограмметрические измерения.

Тема 4. Методы цифровой обработки изображений.

Координатная привязка и трансформирование изображений. Алгоритмы трансформирования. Оценка точности трансформирования. Создание цифровых фотопланов. Яркостные преобразования. Радиометрическая и геометрическая коррекция цифровых изображений.

Тема 5. Технологическая схема цифровой фотограмметрической обработки стереомоделей.

Цифровое ортотрансформирование изображений. Выбор геометрической модели ортотрансформирования. Определение свойств блока изображений. Создание пирамидных слоев изображения. Измерение элементов внутреннего ориентирования. Задание контрольных и проверочных точек. Генерация связующих точек. Фотограмметрическая триангуляция. Технологическая схема цифровой фотограмметрической обработки изображений. Подготовительные работы. Построение и ориентирование модели. Съёмка рельефа: трассирование структурных линий рельефа, вычисление TIN-моделей, построение горизонталей по цифровой фотограмметрической модели рельефа. Съёмка контурной части цифровой модели местности в стереорежиме.

Тема 6. Цифровая фотограмметрическая обработка радиолокационных изображений.

Принцип радиолокационной съёмки. Особенности обработки радиолокационных изображений. Получение цифровой модели рельефа по радиолокационному изображению (на примере IFSAR): создание модели съёмки, получение когерентного и фазового изображений, интерферограмм, коррекция параметров орбит носителя аппаратуры, построение ЦМР, оценка качества построений.

Тема 7. Перспективы развития цифровой фотограмметрии.

Роль современных цифровых методов получения и обработки дистанционных данных в решении географо-картографических задач. Новейшие направления развития и перспективы совершенствования методов.

Содержание семинаров

Тема 4. Методы цифровой обработки изображений.

Семинар 1. Координатная привязка и трансформирование изображений (2 часа)

Использование полиномиального алгоритма для географической привязки изображений со спутников Landsat-5/7/8.

Семинар 2. Создание цифровых ортофотопланов (2 часа).

Создание цифрового фотоплана по серии изображений Landsat. Создание цифрового ортофотоплана в программе Erdas IMAGINE.

Тема 5. Технологическая схема цифровой фотограмметрической обработки изображений.

Семинар 3. Обработка аэро- или космических фотоснимков на стереокартосоставительских приборах (4 часа).

Расчет базиса проектирования, взаимное ориентирование – создание геометрической модели, расчет и установка вертикального масштаба, горизонтирование модели, рисовка рельефа и контуров, включая вычерчивание фрагмента составительского оригинала топографической карты.

Семинар 4. Создание цифровой фотограмметрической модели местности с помощью ЦФС РНОТОМОД (4 часа).

Создание проекта обработки серии аэрофотоснимков, полученных по результатам маршрутной съёмки. Созданий блока изображений и автоматизация обработки серии снимков: внутреннее, взаимное ориентирование, уравнивание фотограмметрической модели и оценка точности. Рисовка структурных линий и объектов местности в стереорежиме. Вычисление TIN-модели и ее уточнение. Восстановление рельефа и получение фотограмметрических продуктов: слой горизонталей, ортофотоплан и ортофотокарта.

Тема 6. Цифровая фотограмметрическая обработка радиолокационных изображений.

Семинар 5. Интерпретация радиолокационных изображений (4 часа).

Создание цифровой модели рельефа по радиолокационным изображениям IFSAR.

Тема 7. Перспективы развития цифровой фотограмметрии.

Семинар 6. Перспективы развития цифровой фотограмметрии (2 часа).

Проводится в форме защиты студентами рефератов, подготовленных в течение семестра.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студентов предполагает работу с учебной и научной литературой в библиотеке, в том числе с интернет-ресурсами ведущих мировых научных библиотек, закрепление полученных на семинарах навыков работы. Доработка результатов, полученных в аудитории, в соответствии с рекомендациями преподавателя. Подготовка текстового описания содержания выполненных работ. При работе следует опираться на литературные источники, приведенные в соответствующем разделе данной программе.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

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

Примерный перечень вопросов для устного опроса:

1. Какие исходные изображения служат для создания фотопланов?
2. Для чего служит процесс фототриангуляции снимков?
3. Перечислите параметры, необходимые для создания модели камеры.
4. Укажите параметры, необходимые для создания блока снимков.
5. Перечислите причины несовпадения гистограмм распределения яркостей нескольких снимков.
6. Укажите формулу расчета минимального числа опорных точек для выполнения полиномиального трансформирования изображения.
7. Для чего служат контрольные точки (check points)?
8. Что необходимо для пространственной привязки изображения Landsat к трансформированному снимку SPOT?
9. Как оценить точность трансформирования?
10. Укажите типы искажений, которые убираются при ортотрансформировании изображений.
11. В чем преимущества использования фотограмметрического ортотрансформирования перед независимым полиномиальным трансформированием каждого снимка?
12. Опишите, как происходит получение радарных изображений IFSAR.
13. Какие интерферограммы получаются в процессе обработки данных IFSAR?
14. Как построить ЦМР по радарным изображениям?

Примерная тематика рефератов:

1. Разрешающая способность сканирующих систем. Искажения сканерных изображений.
2. Особенности фотограмметрии сканерных изображений.
3. Цифровая обработка радиолокационных изображений
4. Цифровые аэрокосмические снимки. Свойства и компьютерная обработка.
5. Методы цифровой обработки снимков: координатная привязка и трансформирование.
6. Программные средства компьютерной обработки снимков.
7. Особенности фотограмметрической обработки панорамных снимков.
8. Тематические цифровые фотограмметрические модели.

9. Цифровая фотограмметрия и трехмерное моделирование.
10. Новейшие направления развития цифровой фотограмметрии.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный зачет.

При отсутствии у обучающегося отчета по одной или нескольким практическим работам студенту предоставляется возможность выполнить весь объем учебной работы до ответа на вопрос зачета в пределах нормативного времени, отведенного на прием (до 20 минут на одного обучающегося). При невыполнении указанного условия, учебный план считается невыполненным, обучающемуся выставляется оценка «незачет».

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Роль современных цифровых методов получения и обработки дистанционных данных в решении географо-картографических задач.
2. Основные цифровые фотограмметрические станции: Image Station, PHOTOMOD, Талка.
3. Типы и форматы цифровых данных.
4. Программные средства обработки цифровых изображений: Erdas Imagine, Leica Photogrammetry, PHOTOMOD.
5. Основные алгоритмы и оценка точности трансформирования изображений.
6. Технология создания цифровых фотопланов.
7. Радиометрическая и геометрическая коррекция цифровых изображений.
8. Источники, влияющие на точность фотограмметрической обработки.
9. Геометрическая модель ортотрансформирования.
10. Цифровое ортотрансформирование изображений.
11. Технологическая схема цифровой фотограмметрической обработки изображений.
12. Особенности обработки радиолокационных изображений.
13. Получение цифровой модели рельефа по радиолокационному изображению (на примере IFSAR).
14. Основные направления использования цифровых фотограмметрических моделей.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

РО и соответствующие виды оценочных средств	Оценка	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: устные опросы, реферат)		Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: 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 деятельности) (виды оценочных средств:		Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в

практические задания)		целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме
-----------------------	--	--

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования. – 2-е изд. – М.: изд. центр «Академия», 2011. – 416 с.

Новаковский Б.А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли: картографо-фотограмметрическое моделирование. – М.: изд-во МГУ, 1997. – 205 с.

б) дополнительная литература:

Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – М.: ЦНИИГАиК, 2002.

Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия. – М.: УПП «Репрография» МИИГАиК, 2008. – 160 с.

Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. – М.: Мир, 1988. – 349 с.

Лобанов А.Н., Буров М.И., Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия: Учеб. – М.: Недра, 1987. – 308 с.

Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. Учебное пособие. – М.: Научный мир, 2003.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

PHOTOMOD, Ракурс. Лицензионный продукт для обработки аэрокосмических материалов и оформления результатов.

ERDAS Imagine, ESRI. Лицензионный продукт для обработки аэрокосмических материалов и оформления результатов

Сайт компании «Ракурс» <http://www.racurs.ru>

Сайт компании ИБИК <http://www.stereopixel.ru>

Сайт компании Inpho <http://www.inpho.de/>

Сайт НПП «Геосистема» <http://vingeo.com/Rus/>

Сайт ЦНИИГАиК http://cniigaik.ru/cat/nauchnye_podrazdelenija/otdel_aerosemki.html

Сайт «DATA+» www.dataplus.ru

Сайт ГК «СКАНЭКС» www.scanex.ru

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекций.

Компьютерный класс, оборудованный для проведения практических занятий.

Стереопроекторы, стереокомпараторы, стереоскопы.

Комплект аэро- и космических снимков на территорию Российской Федерации и мира разного пространственного охвата и разрешения.

Комплект стереоскопических пар снимков.

Материалы маршрутной цифровой аэрофотосъемки

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

Тесты контроля остаточных знаний по дисциплине

1. В чем разница между опорными (Control) и контрольными (Check) точками?

2. Какие этапы при создании ЦМР с помощью ЦФС PHOTOMOD предшествуют и следуют этапу «Уравнивание сети»?

3. Что такое интерферограммы, используемые при обработке изображений IFSAR?

А) изображения, показывающие фазовую составляющую наложения прямой и отраженной волн;

Б) графики наложения волн от двух излучателей;

В) графики наложения прямой и отраженной волн
Г) производные изображения, показывающие результирующую фазу сложения волн от двух излучателей.

4. Получение радарных изображений IFSAR происходит:

А) съемкой с разных витков носителя при движении по орбите;
Б) последовательной посылкой радиолокационных импульсов при движении носителя;

В) одновременной посылкой радиолокационных импульсов с двух разных точек.

Программа одобрена на заседании кафедры картографии и геоинформатики.

Зав. кафедрой



И.К. Лурье

Разработчики:

Новаковский	профессор	МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики
Богуслав Августович		
Каргашин	доцент	МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики
Павел Евгеньевич		

Эксперт:

Прасолова	доцент	МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики
Анна Ивановна		