

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 2018 г.

протокол № 14

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«КОСМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ»

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.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины - теоретическое и практическое освоение современных методов картографирования с применением космических снимков

Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студентов представлений о современных типах космических снимков, методах их получения и обработки для составления тематических карт;
- формирование навыков предварительной и тематической обработки космических снимков, выбора и адаптаций методик космического картографирования для конкретных географо-картографических задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Космическое картографирование» относится к обязательным дисциплинам магистерской программы «Геоинформационные и аэрокосмические методы картографирования», преподаётся в 1-ом семестре 1 года обучения магистратуры.

Дисциплина опирается на базовые навыки визуального и автоматизированного дешифрирования и обработки аэрокосмических снимков, полученные студентами в курсах бакалаврского модуля «Аэрокосмическое зондирование» («Дешифрирование аэрокосмических снимков», «Фонд космических снимков», «Фотограмметрия», «Цифровая фотограмметрия»), учебную полевую практику по дешифрированию.

Освоение дисциплины «Космическое картографирование» необходимо для завершения комплексной профессиональной подготовки магистров в области аэрокосмического зондирования, прохождения научно-производственной практик, выполнения научной работы, подготовки магистерской диссертации. Освоение дисциплины дает возможность более широкого выбора методов исследований, изучаемых в вариативной части магистратуры.

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 их 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: теоретические основы современных методик космического картографирования, использующих новейшие алгоритмы и космические снимки;

Уметь: осуществлять предварительную и тематическую обработку основных типов космических снимков;

Владеть: навыками выбора оптимальных типов космических снимков, алгоритмов обработки, выбора и адаптаций методик космического картографирования для географо-картографических задач.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 42 часа, в т.ч. лекции – 14 часов и семинары – 28 часов.
 Объем самостоятельной работы студентов – 30 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	
				лекция	семинар		
1	Вводные положения	1	1	1	2	-	-
2	Повышение пространственного разрешения многозональных снимков	1	2	1	2	1	Отчет по практической работе
3	Радиометрическая коррекция снимков	1	3	1	2	1	Отчет по практической работе
4	Методы картографирования по разновременным снимкам	1	4- 7	4	8	2	Устный опрос Отчет по практической работе
5	Атмосферная коррекция снимков	1	8	1	2	1	Отчет по практической работе
6	Выбор алгоритма классификации космических снимков	1	9- 10	2	4	2	Отчет по практической работе
7	Субпиксельная классификация	1	11	1	2	1	Отчет по практической работе
8	Обработка гиперспектральных снимков	1	12	1	2	1	Отчет по практической работе
9	Радиоинтерферометрическа я обработка снимков	1	13	1	2	1	Отчет по практической работе
10	Итоговый семинар по современным направлениям космического картографирования	1	14	0	2	2	Реферат и доклад по теме реферата
11	Промежуточная аттестация					18	Экзамен
	Итого		14	14	28	30	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций

Вводные положения. Содержание курса. Обзор умений, которые должен приобрести студент в конце курса. Место курса в современном мире.

Обзор спутников и съемочных систем. Задачи, решаемые по снимкам разного пространственного разрешения. Спектральное разрешение у снимков разных типов. Соотношение пространственного и временного разрешения. Географическое разрешение. Примеры использования снимков разного типа в картографировании.

Повышение пространственного разрешения многозональных снимков.

Определение. Сочетания снимков. Принцип работы алгоритмов. Виды алгоритмов. Классические алгоритмы повышения пространственного разрешения в ПО ERDAS Imagine. Современные алгоритмы повышения пространственного разрешения в ПО ERDAS Imagine.

Радиометрическая коррекция снимков.

Этапы предварительной обработки снимков. Геометрическая коррекция. Виды радиометрической коррекции. Системная радиометрическая коррекция. Радиометрическая калибровка. Коррекция за условия освещения. Поиск калибровочных параметров в файлах метаданных снимков. Радиометрическая коррекция на примере оптических снимков Landsat. Радиометрическая калибровка для тепловых снимков Landsat.

Инструменты пространственного моделирования в ПО ERDAS Imagine. Обзор группы инструментов Spatial Modeler. Редактор Spatial Model Editor. Типы объектов, которые могут быть использованы в модуле Spatial Modeler. Типы данных. Операторы. Пример модели обработки в ERDAS Imagine для получения коэффициента спектральной яркости на верхней границе атмосферы.

Методы картографирования по разновременным снимкам.

Изучение динамики по космическим снимкам на примере картографирования залежных земель в дельте Волги. Визуальное сравнение снимков, полученных в разные сезоны. Метод синтеза разновременных изображений. Динамика яркости земель по снимкам за разные даты. Картографирование динамики залежных земель.

Атмосферная коррекция снимков.

Цели атмосферной коррекции. Способы. Атмосферная коррекция на основе учета переноса радиации в атмосфере. Влияние аэрозолей на отражательные характеристики объектов. Восстановление коэффициента спектральной яркости поверхности. Метод «вычитания» темных объектов известной яркости. Способ объектов постоянной яркости. Способ приведения гистограмм. Способ уменьшения контраста. Модели переноса излучения в атмосфере. Алгоритм 6S. Алгоритм MODTRAN. Атмосферная коррекция тепловых снимков. Атмосферная коррекция радиолокационных снимков.

Выбор алгоритма классификации космических снимков.

Типы алгоритмов дешифрирования космических снимков. Способы отображения спектральной информации. Распределение значений яркости. Параметрические и непараметрические способы классификации. Методы кластеризации. Метод параллелепипеда. Метод минимального расстояния. Метод максимального правдоподобия. Спектральное расстояние Махаланобиса. Выбор способов классификации в зависимости от распределения значений яркости объектов в пространстве спектральных признаков. Классификация с обучением на основе решающих правил. Проверка качества обучающих выборок. Пространственная оценка качества проведенной классификации.

Субпиксельная классификация.

Понятие спектральной смеси, причины образования. Определение спектральной декомпозиции. Моделирование спектрального смешивания. Алгоритмы спектральной декомпозиции. Метод линейной декомпозиции. Метод адаптивной фильтрации смесей. Сравнение попиксельной и субпиксельной классификаций. Примеры использования метода спектральной декомпозиции.

Обработка гиперспектральных снимков.

Понятие гиперспектрального куба данных. Достоинства и недостатки гиперспектральных снимков. Съёмочные системы. Спектральные библиотеки. Области применения гиперспектральных снимков. Процесс первичной обработки данных. Понижение спектральной размерности данных. Специализированные методы контролируемых классификаций. Метод спектрального угла. Метод приспособления к спектральным характеристикам. Инструменты работы с гиперспектральными данными в ПО ERDAS Imagine. Автоматизированные методы классификации.

Радиоинтерферометрическая обработка снимков.

Принцип активной съемки. Физические основы радиолокационной съемки. Диапазоны длин волн. Состав фазовой компоненты. Требования к данным. Понятие интерферометрии. Этапы интерферометрической обработки в ПО ERDAS Imagine. Факторы, влияющие на качество интерферограммы. Фильтрация интерферограммы. Расчет когерентности. Развертка фазы. Пересчет абсолютных значений фазы. Двухпроходная дифференциальная интерферометрия.

Содержание семинаров

Семинар 1. Знакомство с основными возможностями специализированного ПО ERDAS Imagine по обработке космических снимков.

Цель: Первичное ознакомление с рабочим пространством ПО ERDAS Imagine Professional, начальными настройками, основными инструментами обработки космических снимков.

Материалы: Многозональный снимок сверхвысокого разрешения WorldView-2 на территорию Анапской пересыпи на берегу Черного моря.

Выполнение: Студенты под руководством преподавателя знакомятся с элементами рабочего окна и Вьюера ПО ERDAS Imagine, инструментами для вывода снимка на экран и его визуального анализа, установкой настроек рабочего пространства и визуализации в меню Preferences, основными инструментами в разделах File, Home, Manage Data, Raster, Vector, Terrain, Toolbox, Help.

Отчетный материал: Таблица с указанием выполненных операций.

Методические указания к семинару приведены в разделе Help программы ERDAS Imagine, подразделы Workflows, User Guides, Spatial Modelling, в онлайн-ресурсе ERDAS Imagine HexGeoWiki.

Семинар 2. Способы повышения пространственного разрешения многозональных снимков

Цель: Ознакомление с вариантами повышения пространственного разрешения многозональных снимков, представленными в ПО ERDAS Imagine; сравнительная оценка методов.

Материалы: Многозональный снимок WorldView-2 на территорию Анапской пересыпи на берегу Черного моря.

Выполнение: Студенты индивидуально выбирают небольшой участок снимка, примерно 1000*1000 пикселей, на который попадают все основные объекты – фрагменты акватории моря, пляжа и застроенной территории со зданиями, и далее работают с ним. С помощью автоматизированных методов, студенты выполняют слияние мультиспектрального изображения с панхроматическим. Время выполнения операций заносится в отчетную таблицу. После обработки снимка всеми доступными методами, происходит визуальный анализ и оценка полученных результатов.

Отчетный материал: Таблица с информацией о времени выполнения операции и качественной оценкой полученных результатов студентом.

Методические указания по методам повышения пространственного разрешения в ПО ERDAS Imagine приведены в презентации и указаниях к занятию 2, ERDAS Imagine Field Guide, Intergraph, October 2013, p.427-439, ERDAS Imagine HexGeoWiki.

Семинар 3. Радиометрическая коррекция космических снимков на примере снимков со спутников Landsat.

Цель: Изучение процесса радиометрической коррекции снимков, необходимых для этого параметров; освоение процесса самостоятельного создания и редактирования существующих моделей в редакторе пространственных моделей ПО ERDAS Imagine.

Выполнение: Каждый студент получает индивидуальный снимок Landsat 5 TM или Landsat 7 ETM+. С помощью инструмента редактора пространственных моделей студенты создают модели радиометрической коррекции ближнего инфракрасного канала (B4) снимков, самостоятельно указывая все входные параметры и операторы расчета. В результате коррекции сырые значения яркости пикселей снимка переводятся в величины коэффициента спектральной яркости (КСЯ) на верхней границе атмосферы. Все параметры для коррекции студенты самостоятельно находят в файле метаданных снимка и предоставленных справочных материалах. После выполнения расчетов проводится визуальный анализ полученных результатов.

Далее студенты учатся редактировать уже созданные модели обработки на примере радиометрической калибровки всех спектральных зон снимка Landsat 5 TM. В существующей модели студенты меняют входные параметры для расчетов. После выполнения операции коррекции, проводится визуальное сравнение кривых спектрального образа объектов для исходного и скорректированного снимков. Сравнение выполняется с помощью инструмента спектрального профилирования. В последней части задания студенты знакомятся с радиометрической коррекцией снимков Landsat 8 OLI на примере уже созданной модели.

Материалы: Снимки Landsat 5 TM (1984 и 1986 гг.), Landsat 7 ETM+ (2001 г.) и Landsat 8 OLI (2014 г.) на территорию дельты р. Волги. Пространственные модели радиометрической коррекции снимков Landsat 5 TM и Landsat 8 OLI. Статья с параметрами радиометрической коррекции для снимков Landsat MSS, TM, ETM+, EO-1 ALI. Таблица соответствия юлианских и григорианских дат. Таблица расстояний от Земли до Солнца для все дней года.

Отчетный материал: Файлы на жестком диске радиометрически скорректированных снимков: ближнего инфракрасного канала Landsat5 TM или Landsat7 ETM+ на одну из дат, всех каналов снимка Landsat5 TM 10 июля 1984 г., ближнего инфракрасного канала Landsat8 OLI 2014 г.

Методические указания по составлению пространственных моделей представлены в презентации и указаниях к занятию 3, в ERDAS Imagine HexGeoWiki, по радиометрической коррекции снимков в статьях: Chandler G., Markham B., Helder D. Summary of current radiometric coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote Sensing of Environment, №113, 2009, pp. 893-903; Updike T., Comp C. Radiometric Use of WorldView-2 Imagery. Digital Globe Technical Note. 1 Nov 2010, 17 pp.

Семинар 4. Картографирование залежных земель в дельте Волги по разносезонным снимкам со спутников Landsat.

Цель: Освоение методов автоматизированного анализа и картографирования залежных земель по разносезонным снимкам; изучение методов работы с критериями анализа при моделировании.

Материалы: Полученные в ходе коллективного выполнения задания семинара 3 материалы: радиометрически снимки ближнего инфракрасного канала Landsat5 TM и Landsat7 ETM+. Снимки Landsat за 1986, 2001 и 2014 гг. на дельту р. Волги. Карта контуров полей.

Выполнение: Студенты выполняют объединение снимков в ближнем инфракрасном канале в единый файл. С помощью инструмента спектрального профилирования создают графики временного хода кривых спектральной яркости залежей, обрабатываемых полей, пойменных лугов, водоемов. Далее студенты выделяют критерии пороговых значений коэффициента спектральной яркости, характерного для залежей на весенних, осенних и летних снимков. Для снимка 1986 г. создают пространственную модель, реализующую критерии выделения залежей. Визуально

оценивают полученный результат. По аналогичной методике составляются карты залежей для 2001 и 2014 годов.

На втором этапе работы студенты проводят изучение методов картографирования многолетней динамики землепользования за период 1986-2014 гг. По трем составленным картам (1986, 2001 и 2014 гг.) проводится анализ периодов, когда земли были использованы под залежь с помощью инструмента пространственного моделирования.

Отчетный материал: Карты землепользования в 1986, 2001 и 2014 гг., карта динамики использования земель.

Методические указания по составлению пространственных моделей представлены в презентации и указаниях к занятию, в Spatial Modeler Workflows (раздел Help-Workflows в главном меню программы), онлайн-ресурсе ERDAS Imagine HexGeoWiki.

Семинар 5. Атмосферная коррекция снимка Landsat.

Цель: Ознакомление с процессом поиска и скачивания снимков из открытых источников; ознакомление с атмосферной коррекцией снимков Landsat8 OLI; сравнение исходных и скорректированных снимков.

Материалы: Снимок Landsat 8 OLI на самостоятельно выбранную территорию, знакомую студенту.

Выполнение: Студенты самостоятельно заходят на сайт Геологической службы США USGS (earthexplorer.usgs.gov), осуществляющей свободное распространение космических снимков, в том числе снимков серии Landsat. Осуществляют регистрацию, необходимую для скачивания снимков. На любую территорию скачивают безоблачный снимок Landsat8 OLI в двух вариантах: исходный снимок без атмосферной коррекции и снимок с автоматически выполненной атмосферной коррекцией.

В ПО ERDAS Imagine загружают оба варианта. Для каждого снимка выполняют объединение спектральных каналов в мультиспектральный снимок. Для выбранных 3-4 характерных объектов (вода, лес, луг, открытая поверхность почв и т.п.) строят спектральный профиль для последующего анализа.

Отчетный материал: Графики кривых спектральных яркостей по исходному и скорректированному снимкам. Текстовое описание отличий поведения спектральной кривой.

Методические указания по алгоритму автоматической атмосферной коррекции представлены в Product Guide. Provisional Landsat 8 Surface Reflectance Product, USGS, 2015.

Семинар 6. Выбор алгоритма классификации для автоматизированного дешифрирования снимков по спектральным признакам.

Цель: Освоить методы неконтролируемой и контролируемой классификации, оценки качества обучающих выборок.

Материалы: Снимок WorldView-2 2011 г. на территорию Анапской пересыпи.

Выполнение: Студенты индивидуально выбирают фрагмент снимка, на который должны попасть все основные объекты – участки акватории моря, лимана, пляжа, сельскохозяйственных полей и застроенных участков. В первой части занятия студенты проводят неконтролируемую классификацию методом K-means, оценивают результат. Во второй части занятия студенты проводят контролируемую классификацию фрагмента снимка. Основные обучающие выборки создаются автоматизированным методом на основе выборок, полученных при неконтролируемой классификации, вручную добавляется выборка для класса “тени”, с целью отделить их от класса “водоемы”. Студенты оценивают качество обучающих выборок путем анализа

графиков средних значений КСЯ выборок, их гистограмм, инструментов оценки различимости классов и качества предварительной классификации в пределах выборок. При удовлетворительных результатах, проводится классификация изображения.

Отчетный материал: Схема дешифрирования фрагмента снимка, созданная при неконтролируемой классификации, схема дешифрирования, созданная при контролируемой классификации, текстовое описание полученных результатов, выводы о том, какие классы классифицировались более надежно, какие менее.

Методические указания по методам классификаций и оценке обучающих выборок приведены в презентации, указаниях к занятию; учебнике Ю.Ф. Книжникова и др. (2011) “Аэрокосмические методы географических исследований”, глава 4; в Classification Workflows (раздел Help-Workflows в главном меню программы), ERDAS Imagine HexGeoWiki.

Семинар 7. Классификация по методу спектральной декомпозиции

Цель: Выделить класс травянистой растительности на многозональном космическом снимке, используя метод спектральной декомпозиции.

Материалы: Снимок SPOT на территорию Рима; векторные слои искомого класса растительности; аэроснимки на территорию изучения; данные для проверки полученных результатов.

Выполнение: Студенты выполняют предварительную обработку космического снимка, используя автоматизированные алгоритмы в ПО ERDAS Imagine. Выполняется выделение яркости фоновых объектов на снимке, автоматическая коррекция освещенности и атмосферных эффектов. Далее создается обучающая выборка, оценивается содержание искомого материала в пределах выборки. На основе эталонной выборки студенты проводят субпиксельную классификацию изображения и учатся интерпретировать полученные результаты. Результаты классификации проверяются по аэроснимкам лучшего пространственного разрешения, чем исходный космический снимок, и по проверочным файлам.

Отчетный материал: Растровый файл класса травянистой растительности с указанием площади проективного покрытия в процентах, географический анализ полученного результата, ответы на вопросы.

Методические указания по методу спектральной декомпозиции приведены в презентации, указаниях к занятию, в ERDAS Imagine Subpixel Classifier User Guide (раздел Help-User Guides в главном меню программы).

Семинар 8. Классификация гиперспектрального снимка на участок дельты р. Селенги

Цель: Освоить методы работы с гиперспектральными снимками, ознакомиться со специализированными методами классификаций.

Материалы: Гиперспектральный снимок камерой Headwall Photonics VNIR на участок территории дельты р. Селенги

Выполнение: В первой части задания студентам предлагается ознакомиться с данными и настройками для работы с гиперспектральными снимками. Студенты изучают спектральные профили водной растительности дельты. В качестве вспомогательных данных строят изображение главных компонент. Во второй части задания студенты набирают обучающие выборки для трех основных классов водной растительности дельты, оценивают качество обучающих выборок. На основе выделенных классов создают библиотеку спектральных образов водной растительности дельты. Затем данные из спектральной библиотеки используются для классификации методом

Material Mapping. На последнем этапе студенты учатся методам постклассификационной обработки данных.

Отчетный материал: Библиотека спектральных образов водной растительности, схема дешифрирования каждого класса.

Методические указания по инструментам гиперспектральной обработки данных приведены в презентации и указаниях к занятию, в ERDAS Imagine Hyperspectral User Guide (раздел Help-User Guides в главном меню программы).

Семинар 9. Интерферометрическая обработка радиолокационных изображений

Цель: Освоить интерферометрический метод обработки радиолокационных изображений.

Материалы: Радиолокационные изображения TerraSAR-X на район Улуру (Австралия)

Выполнение: В первой части задания студентам предлагается ознакомиться с модулем интерферометрической обработки в ПО ERDAS Imagine. Во второй части задания студенты выполняют обработку изображений TerraSAR-X, в результате чего строят цифровую модель рельефа. На третьем этапе студенты анализируют качество построенной ЦМР и выполняются расчет морфометрических характеристик рельефа.

Отчетный материал: Цифровая модель рельефа

Методические указания по инструментам интерферометрической обработки радиолокационных изображений приведены в презентации и указаниях к занятию, руководстве ERDAS Imagine Radar Interferometry (раздел Help-User Guides в главном меню программы).

Семинар 10.

Цель: Ознакомиться с методами картографирования природных и антропогенных объектов на основе космических снимков.

Материалы: Презентации, составленные на основе рефератов студентов.

Выполнение: Семинар посвящен докладам студентов по темам выбранных рефератов. Студенты делают презентации, где должны в течении 5-10 минут рассказать о методах использования данных космической съемки для картографирования определенного типа объектов. Доклады впоследствии служат основой для части вопросов в билетах на экзамене, материалы докладов и рефератов предоставляются всем студентам.

Отчетный материал: Реферат, доклад.

Методические указания содержатся в презентациях докладов и текстах рефератов, составленных на основе литературы, выбранной студентами самостоятельно и на основе консультаций у преподавателя.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студентов осуществляется путем написания реферата по выбранной теме. Основной акцент при написании реферата должен быть сделан на обзор методик составления карт определенной тематики по космическим снимкам. Во время написания студенты должны самостоятельно выбрать литературу, на основе которой будет проведено исследование. Отправной точкой для реферата может послужить учебник Ю.Ф.Книжников, В.И.Кравцова, О.В.Тугубалина «Аэрокосмические методы географических исследований», Москва: Издательский центр «Академия», 2004, глава 6, а также база данных современных статей по теме ScienceDirect, и научные статьи из российских и зарубежных рецензируемых журналов и сборников, находящихся в открытом доступе в сети Интернет. Количество источников по теме реферата должно быть не менее 10, из них современных

иностранных – не менее 5. Во время написания реферата в дистанционной форме проводятся постоянные консультации с преподавателем.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

Примерный перечень вопросов для устного опроса:

1. Перечислите любые три способа повышения пространственного разрешения космических снимков, опишите принцип действия каждого из них, и в каких случаях его оптимально применять.
2. Перечислите, какие операции входят в системную радиометрическую коррекцию космических снимков, выполняемую их поставщиками.
3. В каких случаях следует выполнять пересчет сырых значений яркости снимков в значения спектральной энергетической яркости, а в каких - в коэффициенты спектральной яркости на верхней границе атмосферы?
4. Перечислите основные подходы к выполнению атмосферной коррекции космических снимков. В каких случаях ее следует выполнять?
5. Какие предварительные коррекции следует выполнить при анализе серии разновременных снимков?

Примерные темы рефератов и докладов

1. Космическое картографирование атмосферной циркуляции
2. Космическое картографирование океанической циркуляции
3. Космическое картографирование радиационного и теплового баланса Земли
4. Оперативные синоптические карты по спутниковым данным
5. Космическая ледовая разведка и мониторинг площади морских льдов
6. Космическое картографирование районов вулканической деятельности
7. Космическое картографирование типов почв
8. Космическое картографирование состояния и динамики растительности
9. Космическое картографирование динамики городов
10. Космическое картографирование антропогенного воздействия на окружающую среду
11. Карты температур поверхности океана
12. Карты рельефа морского дна
13. Космические снимки для геологоразведки
14. Мониторинг паводков и наводнений
15. Оценка биомассы растительности из космоса
16. Космическое картографирование ландшафтов
17. Карты расселения
18. Мониторинг антропогенного воздействия на экосистемы
19. Функциональное зонирование городов с использованием снимков оптическом и тепловом инфракрасном диапазоне
20. Карты загрязнения атмосферы

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Экзамен устный.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Особенности съемки из космоса. Влияние параметров орбиты
2. Космические методы в исследованиях городов и их динамики.
3. Космическое картографирование характеристик поверхности океана.
4. Классификация космических снимков по спектральным диапазонам съемки и технологии получения изображения
5. Радиометрическая коррекция космических снимков.

6. Атмосферная коррекция космических снимков.
7. Космическое картографирование рельефа дна океанов
8. Составление оперативных синоптических карт по космическим снимкам.
9. Космическое картографирование типов почв.
10. Изучение состояния и динамики растительности по материалам космической съемки
11. Картографирование озер по космическим снимкам.
12. Особенности и фонд снимков в тепловом инфракрасном диапазоне
13. Космический мониторинг антропогенного воздействия на экосистемы.
14. Особенности и фонд радиолокационных снимков.
15. Анализ современного фонда космических снимков по спектральному охвату и разрешению
16. Космическое картографирование вулканической деятельности.
17. Космическое картографирование динамики залежных земель по разносезонным и разновременным космическим снимкам.
18. Географическое разрешение космических снимков
19. Сферы применения и особенности обработки гиперспектральных снимков при космическом картографировании.
20. Выбор алгоритмов классификации при автоматизированном дешифрировании космических снимков по спектральным признакам.
21. Фотографические снимки с отечественных и зарубежных пилотируемых кораблей и орбитальных станций
22. Субпиксельная классификация космических снимков.
23. Использование наземных данных для оценки достоверности карт, составленных по космическим снимкам.
24. Спектральные отражательные характеристики основных типов объектов и их использование в автоматизированном дешифрировании многозональных космических снимков.
25. Особенности создания и оценки качества обучающих выборок при контролируемой классификации космических снимков.
26. Характеристика снимков со спутников Landsat. Системы MSS, TM, ETM+, OLI/TIRS
27. Космическое картографирование фитомассы растительности.
28. Создание карт для точного земледелия по аэро- и космическим снимкам.
29. Алгоритмы повышения пространственного разрешения космических снимков.
30. Характеристика радиолокационных снимков со спутников Seasat, Алмаз, ERS, Envisat, Radarsat, TerraSAR-X, Sentinel-1

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
РО и соответствующие виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: устные опросы, тесты, реферат)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств:	Отсутствие умений	В целом успешное,	В целом успешное, но содержащее	Успешное и систематичес

<i>практические задания)</i>		но не систематическое умение	отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	кое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) <i>(виды оценочных средств: практические задания)</i>	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

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. высш. учеб. заведений, 2-е изд. перераб. и доп. – М.: изд. центр «Академия», 2011. – 416 с.

Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.

б) дополнительная литература:

Аэрокосмические методы в социально-экономической географии. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983.

Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методология, принципы, проблемы. – М.: изд. Моск. ун-та, 1997. – 128 с.

Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. – М.: изд. Моск. ун-та, 1991. – 205 с.

Кравцова В.И. Космические методы исследования почв. Учебное пособие. М.: Аспект Пресс, 2005.

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

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

Рис. У.Г. Основы дистанционного зондирования. Второе издание. – М.: Техносфера, 2006.

Савиных В.П., Малинников В.А., Сладкопевцев С.А., Цыпина Э.М. География из космоса: Учебно-методическое пособие. – М.: изд-во МИИГАиК, 2000.

Тутубалина О.В. Компьютерный практикум по курсу «Космические методы исследования почв». – М.: Географический факультет МГУ, 2009.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение

ERDAS Imagine, ScanEx Image Processor, ESRI ArcGIS. Лицензионные продукты для обработки аэрокосмических снимков и оформления результатов
MultiSpec. Purdue Research Foundation, Ink.

<http://cobweb.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/> свободно распространяемый

программный пакет для обработки космических снимков

ILWIS (Integrated Land and Water Information System) <http://52north.org/downloads/ilwis>

свободно распространяемый программный пакет для обработки космических снимков и создания векторных карт

Графические программы (CorelDraw, Adobe Illustrator и т.п.)

Интернет-ресурсы

Каталог Геологической службы США (<http://earthexplorer.usgs.gov>),

Каталог-портал данных НАСА (<http://earthdata.nasa.gov/>)

Каталог Совзонда (<http://www.sovzond.ru>)

Сайт российского Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) (<http://ntsomz.ru>)

Геопортал GoogleEarth (<http://www.googleearth.com>)

Геопортал Космоснимки (<http://www.kosmosnimki.ru>)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий.
- Компьютерный класс с доступом в Интернет.
- Лицензионные программы (коммерческие и/или свободно распространяемые) для обработки снимков и создания карт
- Банк цифровых аэро- и космических снимков на территорию Российской Федерации и мира разного пространственного охвата и разрешения, включающий примеры одиночных снимков и стереопар, мультиспектральных и гиперспектральных снимков, снимки оптического и радиодиапазона, пополняемый и обновляемый по мере появления материалов новых съемочных экспериментов

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

Тест контроля остаточных знаний по дисциплине

1. Трансформация Бровей – это:
2. а) метод повышения пространственного разрешения мультиспектрального снимка; б) метод синтеза главных компонент; в) этап субпиксельной классификации снимка; г) метод понижения спектральной размерности гиперспектральных данных.
3. Выделите параметры, необходимые для пересчета коэффициента спектральной яркости на верхней границе атмосферы (КСЯ) из значений спектральной энергетической яркости:
 - а) исходное значение пиксела (DN)
 - б) расстояние от Земли до Солнца на дату съемки
 - в) угол высоты Солнца в момент съемки
 - г) минимальное значение яркости на снимке
 - в) высота орбиты спутника
 - г) солнечная постоянная
4. Перечислите основные типы аэрозолей в атмосфере, влияющие на яркость пикселей на космическом снимке. Укажите основные искажения, которые эти аэрозоли вызывают.
5. Укажите наиболее оптимальные методы классификации в зависимости от распределения значений яркости объектов в спектральном пространстве:
 - 1) области значений яркости разных объектов не пересекаются
 - 2) области значений яркости разных объектов пересекаются и корреляция между зональными значениями яркости отсутствует
 - 3) области значений яркости разных объектов пересекаются и корреляция между зональными значениями яркости есть
 - а) способ параллелепипеда
 - б) способ максимального правдоподобия
 - в) способ минимального расстояния

- г) способ ISODATA
6. Основным признаком гиперспектральных снимков является:
- а) высокое пространственное разрешение (лучше 10 м)
 - б) узкие каналы съемки (шириной менее 10 нм)
 - в) большое количество каналов (больше 50)
 - г) большой диапазон съемки (от 400 до 2500 нм)
7. Укажите, как называется технология извлечения высот рельефа по фазовой информации двух съемок в радио диапазоне.

Программа одобрена на заседании кафедры картографии и геоинформатики.

Зав. кафедрой



И.К. Лурье

Разработчики:

О.В. Тутубалина

ведущий научный
сотрудник, к.г.н., доц.
научный сотрудник, к.г.н.
ведущий инженер, к.г.н.
аспирант

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

А.И. Михеева

П.Г. Михайлюкова

М.К. Тарасов

Эксперт:

Е.А. Балдина

ведущий научный
сотрудник, к.г.н.

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