

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  
*(Handwritten signature)*

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Фонд космических снимков»**

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 с накопленным к настоящему времени фондом космических снимков, историей его формирования, дать фундаментальные знания, обеспечивающие выбор оптимальных материалов космической съемки для тематического картографирования и различных видов географических и экологических исследований в интересах устойчивого развития.

### **Задачи освоения дисциплины:**

- научиться ориентироваться в разнообразных материалах современного и исторического фонда космических снимков,
- получить навыки выполнения оценки космических снимков по пространственному, спектральному, временному, географическому разрешению,
- научиться выбирать снимки для различных видов исследований и картографирования природной среды и ее антропогенной трансформации.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к модулю «Аэрокосмическое зондирование» базовой части ООП, является обязательной и преподается в 6-м семестре на 3-м году обучения.

Дисциплина опирается на базовые знания о получении и обработке данных дистанционного зондирования, полученные при освоении курсов «Основы дистанционного зондирования Земли», «Фотограмметрия», «Цифровая фотограмметрия». Большое значение имеют базовые навыки визуального и автоматизированного дешифрирования, приобретенные в курсе «Дешифрирование аэрокосмических снимков» и на учебной полевой практике по дешифрированию. Обучающиеся должны иметь представление о получении космических снимков, их фотограмметрической обработке и методах дешифрирования.

Дисциплина предшествует курсам модуля «Географическое картографирование» по составлению и редактированию общегеографических карт, тематических карт природы и социально-экономических карт. Знания, полученные в ходе освоения дисциплины, необходимы для эффективного освоения дисциплин данного модуля, а также для прохождения производственной практики, выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ.

## 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 полностью*).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** материалы мирового фонда космических снимков и характеристики основных типов снимков;

**Уметь:** взаимодействовать с организациями – поставщиками космических снимков по их заказу и получению; уметь найти и получить необходимые снимки через Интернет; выполнить оценку и выбор дистанционных материалов для информационного обеспечения проектов по созданию карт, геоинформационных систем и по географическому моделированию на разных территориальных уровнях.

**Владеть:** методами оценки пригодности снимков для решения конкретных проектных задач.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 39 часов, в т.ч. лекции – 13 часов, семинары – 26 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 33 академических часа.

№ 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. Роль космических снимков в географических исследованиях и жизни общества	6	1	1	-	-	-
2	Особенности съемки из космоса, влияющие на картографическое использование снимков	6	1	1	1	2	Устный опрос
3	Классификация космических снимков	6	2	2	1	2	Отчет по практической работе
4	Обзор фонда космических снимков	6	3-6	8	4	6	Отчеты по практическим работам
5	Географическая оценка фонда космических снимков	6	7	1	2	7	Письменная контрольная работа с пакетом снимков
6	Электронные фонды космических снимков	6	8	-	3	2	Отчет по практической работе
7	Фонды данных о высотах рельефа земной и морской поверхности	6	9	-	3	2	Отчет по практической работе
8	Фонды данных ДЗЗ для различных областей географических исследований и тематического картографирования	6	10-13	-	12	9	Реферат
9	Промежуточная аттестация					3	Зачет
	<b>Итого</b>			<b>13</b>	<b>26</b>	<b>33</b>	

## 5. Содержание дисциплины

### *Содержание лекций*

**Введение.** Концепция единого мирового фонда космических снимков. Роль основных отечественных и зарубежных космических систем в формировании фонда снимков. Организация фондов аэрокосмических снимков в нашей стране и за рубежом.

Космические снимки как источник информации о природных и хозяйственных объектах земной поверхности, их состоянии, о естественной динамике и антропогенной трансформации природной среды

**Особенности съемки из космоса, влияющие на картографическое использование снимков.** Особенности орбит: форма, высота, наклонение, период обращения, положение относительно Солнца. Влияние атмосферы: экранирующее влияние облачности; поглощение лучей атмосферой и окна прозрачности; рассеивание лучей атмосферой.

**Классификация космических снимков.** Система классификаций космических снимков по масштабу, обзорности, пространственному разрешению. Пространственное, спектральное и временное разрешение снимков. Географическое разрешение снимков.

Комплексная классификация космических снимков современного фонда по спектральным диапазонам съемки и технологии получения изображений. Характеристика основных типов космических снимков.

### **Основные типы космических снимков.**

*Фотографические снимки:* технология получения; геометрические и изобразительные свойства снимков; способ стереосъемки; практическая реализация метода съемки; масштаб, охват, разрешение основных снимков; области применения.

*Сканерные ОМ-снимки* (снимки оптико-механического сканирования): технология получения; геометрические и изобразительные свойства снимков; практическая реализация метода съемки; масштаб, охват, разрешение основных снимков; области применения.

*Сканерные ОЭ-снимки* (снимки оптико-электронного сканирования) технология получения; геометрические и изобразительные свойства снимков; способ стереосъемки; практическая реализация метода съемки; масштаб, охват, разрешение основных снимков; области применения.

*Фототелевизионные снимки:* технология получения; геометрические и изобразительные свойства снимков; практическая реализация метода съемки; области применения.

*Тепловые инфракрасные снимки:* технология получения; геометрические и изобразительные свойства снимков; практическая реализация метода съемки; масштаб, охват, разрешение основных снимков; области применения.

*Микроволновые радиометрические снимки:* технология получения; изобразительные свойства снимков; практическая реализация метода съемки; разрешение основных снимков; области применения.

*Радиолокационные снимки:* технология получения; геометрические и изобразительные свойства снимков; интерферометрическая съемка и обработка снимков; практическая реализация метода съемки; масштаб, охват, разрешение основных снимков; области применения.

### **Обзор фонда космических снимков.**

**Космические снимки в видимом, ближнем и среднем инфракрасном (световом) диапазоне.** *Фотографические снимки.* Отечественный фонд фотографических снимков с околоземных орбит. Снимки с пилотируемых кораблей и орбитальных станций. Снимки со спутников системы Ресурс-Ф. Конверсионные

снимки со спутников оборонного ведомства Комета. Зарубежный фонд фотографических снимков с околоземных орбит. Фотоснимки с межпланетных орбит.

*Сканерные ОМ-снимки.* Снимки с отечественных и зарубежных метеорологических спутников на околоземных и геостационарных орбитах. Сканерные ОМ-снимки с ресурсных спутников – американских спутников Landsat, отечественных Метеор-Природа, Ресурс-О, Метеор-3М.

*Сканерные ОЭ-снимки.* Снимки с французских спутников SPOT, индийских IRS, немецких Rapid Eye, российских Метеор-М, спутников других стран. Снимки очень высокого разрешения со спутников Ikonos, QuickBird, OrbView, EROS, WorldView, GeoEye, Ресурс-ДК и др. Стереоскопические конвергентные снимки.

Снимки со специализированных картографических спутников ALOS, Cartosat и др.

**Космические снимки в тепловом инфракрасном диапазоне.** Тепловые снимки с метеорологических, океанологических и ресурсных спутников.

**Гиперспектральные снимки в оптическом диапазоне.** Снимки ASTER, MODIS со спутников Terra, Aqua, снимки MERIS со спутника Envisat. Производная геовидеопродукция гиперспектральной съемки.

**Снимки в радиодиапазоне.** Микроволновые радиометрические снимки со спутников Nimbus, DMSF, Aqua. Радиолокационные снимки со спутника Seasat, космического корабля Shuttle, спутников Алмаз, ERS, Envisat, Radarsat, ALOS, TerraSAR-X, CosmoSkyMed.

**Информация о высотах рельефа земной и морской поверхности.** Конвергентные стереосъемки со спутников SPOT, ALOS, Ikonos, QuickBird, WorldView, GeoEye. Радиолокационная интерферометрическая цифровая модель рельефа Земли SRTM с космического корабля Shuttle. Радиоальтиметрия со спутников ERS, Radarsat, Торех/Poseidon, Jason. Лазерная альтиметрия со спутника ICESat.

**Географическая оценка фонда космических снимков.** Анализ снимков современного фонда по пространственному разрешению и задачи, решаемые по снимкам разного разрешения. Анализ фонда снимков по спектральному разрешению. Анализ фонда снимков по временному разрешению. Соотношение пространственного, спектрального и временного разрешения. Оценка географического разрешения снимков. Показатели географического разрешения: формы эрозионного рельефа, сельскохозяйственные поля, населенные пункты. Оценка с их помощью основных задач, решаемых по снимкам.

**Электронные фонды космических снимков.** Основные отечественные и зарубежные геопорталы и сайты для заказа космических снимков. Система Google Earth как источник информации о земной поверхности.

**Фонды данных ДЗЗ для применения в различных областях географических исследований и тематического картографирования.**

#### *Содержание семинаров*

Каждый семинар имеет типовую структуру, которая включает:

*Теоретическая часть* — объяснение теоретических вопросов, связанных с тематикой данной работы. Дополнение лекционного материала необходимыми частными сведениями.

*Методическая часть* — разъяснение технических вопросов выполнения данного задания, в том числе необходимых сведений по работе в конкретном программном обеспечении.

*Постановка задачи* — выдача исходных данных, описание требуемых результатов и особенностей выполнения задания

*Выполнение работы* — в соответствии с поставленной задачей и вариантом студент выполняет работу, консультируясь с преподавателем по тем аспектам, которые вызывают затруднение.

*Приемка работы* — преподаватель проверяет работу на соответствие критериям качества.

*Темы семинаров:*

1. Классификация космических снимков по типу, технологии получения, разрешению и охвату.
2. Исследование событий и процессов по снимкам оптического диапазона с использованием сервисов Landsat Look и Change Matters.
3. Поиск, скачивание и сравнительный анализ различных ЦМР.
4. Оценка современного фонда снимков по пространственному, спектральному, временному и географическому разрешению.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы предусмотрен раздел курса по применению космических снимков в различных областях географических исследований, обеспеченный соответствующими разделами учебника «Аэрокосмические методы географических исследований», многочисленными публикациями в периодических изданиях, опытом, полученным при выполнении практических работ по данному курсу и курсу «Дешифрирование снимков», а также в процессе курсового проектирования по использованию снимков при создании тематических карт. В качестве оценочного средства по этому разделу целесообразна подготовка рефератов и докладов для семинара по различным областям применения космической информации.

## **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

*Примерный вариант контрольной работы с пакетом снимков*

На выбор предоставляется конверт с отпечатками снимками основных типов: фото, сканерные оптико-механические, сканерные оптико-электронные, радиолокационные. Необходимо для каждого снимка перечислить: съемочную систему, спектральный диапазон, охарактеризовать тип съемки и основные свойства снимка.

*Примерный перечень вопросов для устного опроса:*

1. В чем различие в отображении земных объектов на фотографических, сканерных и радиолокационных снимках?
2. Чем различаются изобразительные, геометрические и радиометрические свойства фотографических и сканерных снимков?
3. Что такое конвергентная стереосъемка?
4. Для исследования каких объектов целесообразно сочетание съемки в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне?
5. Зачем применяют гиперспектральную съемку?
6. Назовите активные и пассивные методы съемки.
7. От чего зависит разрешение радиолокационных снимков?
8. До каких глубин можно дешифрировать на снимках объекты морского дна?
9. Для исследования каких объектов необходима микроволновая радиометрическая съемка?
10. Снимки какого пространственного, спектрального и временного разрешения необходимы для решения задач топографического картографирования? Тематического картографирования? Мониторинга изменений природной среды? Сельскохозяйственного и лесохозяйственного мониторинга? Изучения опасных

природных процессов? Картографирования изменений использования земель? изучения расселения?

*Примерная тематика рефератов:*

1. Анализ фонда космических снимков по пространственному разрешению и рекомендации по использованию снимков разного разрешения в исследованиях различных географических объектов.
2. Анализ фонда космических снимков по показателю временного разрешения и рекомендации по использованию снимков разной повторяемости в исследованиях динамики различных географических явлений.
3. Анализ фонда космических снимков по показателю спектрального разрешения и рекомендации по использованию многозональных снимков разного типа в исследованиях различных географических явлений.
4. Роль аэрокосмических снимков в комплексных исследованиях природной среды и социально-экономической сферы.
5. Роль аэрокосмических снимков в геоэкологических исследованиях.
6. Дистанционные исследования динамики атмосферы.
7. Дистанционные исследования динамики вод океанов.
8. Исследования динамики дельт рек по космическим снимкам.
9. Дистанционные исследования изменений ледового покрова Земли.
10. Исследование динамики процессов рельефообразования по космическим снимкам.
11. Исследование и картографирование динамики лесов по космическим снимкам.
12. Аэрокосмические исследования динамики использования земель.

## **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 зачёту*

1. Классификация космических снимков по спектральным диапазонам съемки и технологии получения изображения.
2. Классификация космических снимков по масштабам. Масштабы основных типов снимков современного фонда.
3. Классификация космических снимков по разрешению. Разрешение космических снимков современного фонда.
4. Классификация современных снимков по охвату. Охват основных типов космических снимков.
5. Особенности и фонд фотографических снимков в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне.
6. Особенности и фонд ОМ-сканерных снимков в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне.
7. Снимки с метеорологических спутников.
8. Снимки с ресурсных спутников.
9. Особенности и фонд ОЭ-сканерных снимков в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне.
10. Особенности и фонд снимков в тепловом инфракрасном диапазоне.
11. Особенности и фонд радиолокационных снимков.



12. Особенности и фонд микроволновых радиометрических снимков.
13. Характеристика фотографических снимков со спутников системы «Ресурс-Ф».
14. Характеристика конверсионных космических фотографических снимков.
15. Характеристика основных многозональных фотографических снимков.
16. Снимки с геостационарных метеоспутников.
17. Характеристика снимков со спутников Landsat.
18. Характеристика снимков со спутников SPOT.
19. Характеристика снимков со спутников IRS.
20. Характеристика снимков, полученных по программе «Метеор-Природа».
21. Характеристика снимков со спутников «Ресурс О».
22. Снимки очень высокого и сверхвысокого разрешения со спутников Ikonos, QuickBird, WorldView, GeoEye и др.
23. Гиперспектральная съемка на примере систем MODIS, ASTER.
24. Характеристика тепловых инфракрасных снимков с геостационарных и околоземных метеоспутников и ресурсных спутников.
25. Характеристика радиолокационных снимков со спутников Seasat, Алмаз, ERS, JERS, Envisat, Radarsat, TerraSAR-X.
26. Области применения тепловых инфракрасных снимков.
27. Области применения радиолокационных снимков.
28. Глобальное оперативное картографирование по спутниковым данным. Карты вегетационного индекса, концентрации фитопланктона, состояния озонового слоя.
29. Применение космических снимков для изучения антропогенного воздействия на природную среду и решения экологических задач.
30. Использование космической информации в исследованиях глобальных экологических проблем.
31. Требования к аэрокосмическим снимкам при исследованиях изменений на местности.

### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)**

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

<i>практические задания)</i>		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. 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.

Дешифрирование многозональных аэрокосмических снимков. Методика и результаты. Москва, Наука – Берлин, Академии-Ферлаг. Т.1. 1982. 98 с.; Т.2 . 1988. 124 с.

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.

Космические методы геоэкологии. М.: Геогр.ф-т МГУ. 1997. 108 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., Сладкопечев 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.

One planet – many people/ Atlas of our changing environment. UNEP, 2005. 322 p.

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### **Програмное обеспечение**

ERDAS Imagine, ScanEx Image Processor, ESRI ArcGIS. Лицензионные продукты для обработки аэрокосмических материалов и оформления результатов

MultiSpec. Purdue Research Foundation, Ink. <http://cobweb.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/> свободно распространяемый программный пакет для обработки растровых изображений

ILWIS (Integrated Land and Water Information System) <http://52north.org/downloads/ilwis> свободно распространяемый программный пакет для обработки растровых изображений 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 и практических занятий, доступом в Интернет.

Лицензионные программы для работы с космическими снимками.

Банк цифровых снимков, пополняемый и обновляемый по мере появления материалов новых съемочных экспериментов.

## 11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

### *Тесты контроля остаточных знаний по дисциплине*

1. Отметьте пассивные съемочные системы
  - a. Микроволновые
  - b. Радиолокационные
  - c. Лазерные
2. Какой из спутников не выполнял задачи военной разведки?
  - a. Согона
  - b. Метеор
  - c. Комета
3. Какая советская съемочная система сравнима по пространственному разрешению с Landsat MSS?
4. Какой из данных спутников не является геостационарным?
  - a. GOES
  - b. Meteosat
  - c. NOAA
5. Данные с какого спутника впервые использовались для составления карт фитопланктона?
6. Какие каналы ETM+ используют для определения содержания влаги в зеленых растениях?
  - a. 5,6,7
  - b. 4,3,2
  - c. 5,4,3
7. Какой спутник не ведет съемку в режиме stereo?
  - a. QuickBird
  - b. GeoEye
  - c. Spot
8. Какова основная миссия группировки DMC?
9. Назовите группировку спутников, осуществляющая видеосъемку Земли в режиме реального времени?

Программа одобрена на заседании кафедры картографии и геоинформатики.

Зав. кафедрой



И.К. Лурье

### **Разработчик:**

Михеева  
Анна Игоревна

научный сотрудник,  
к.г.н.

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

### **Эксперт:**

Балдина  
Елена  
Александровна

ведущий научный  
сотрудник, к.г.н.

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