

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова  
Географический факультет

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



Согласовано  
Учебно-методической комиссией  
факультета

« 13 » 12 2018 г. , пр. № 13

**ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Дешифрирование космических снимков в геоэкологии»**

*по направлению подготовки 05.03.06 "Экология и природопользование"  
направленность (профиль) "Геоэкология и физическая география мира"  
уровня высшего образования бакалавриат  
с присвоением квалификации «бакалавр»*

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 "Экология и природопользование" (*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:** освоение теоретических основ дистанционного зондирования и получение навыков применения аэрокосмических снимков для картографирования современных ландшафтов, для изучения и решения региональных проблем природопользования и геоэкологии.

**Задачи:**

- изучение современного фонда космических снимков и возможностей его использования для геоэкологических исследований на глобальном, региональном и локальном уровнях;
- приобретение практических навыков визуального дешифрирования природных и антропогенных подсистем современных ландшафтов и их динамики
- освоение существующих методик дешифрирования и интерпретации аэрокосмических снимков для целей геоэкологического картографирования
- овладение навыками совместного использования традиционных и автоматизированных приемов обработки материалов дистанционного зондирования

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Дешифрирование космических снимков в геоэкологии» читается в 4-ом семестре, на 2-ом курсе, входит в модуль «Методы геоэкологических исследований» и является частью специальной подготовки студентов по профилю «Геоэкология и физическая география мира». Дисциплина ориентирована на получение студентами знаний об основных параметрах аэрокосмических материалов разного типа, на приобретение практических навыков ландшафтной и геоэкологической интерпретации снимков, а также навыков их обработки и пространственно-географической интерпретации полученных результатов.

Освоение дисциплины предполагает знание ряда предшествующих дисциплин, таких как: «Топография», «Информатика», «Ландшафтоведение», «Введение в геоэкологию», «Освоение и изменение ландшафтов суши».

Изучение дисциплины необходимо для дальнейшего освоения таких дисциплин как: «Геоэкологическое картографирование», «Пространственный анализ в геоэкологии», «Физическая география и региональная геоэкология материков», «Земельный фонд и геоэкологические проблемы его освоения» и др. Кроме того, знание дисциплины и полученные в ходе ее освоения практические навыки в дальнейшем необходимы студентам при написании курсовых и выпускных работ, 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 геоинформационными технологиями, методами анализа данных полевых и камеральных исследований геосистем, материалов дистанционного зондирования для диагностики состояния окружающей среды и геоэкологических оценок, способность применять принципы классификации современных ландшафтов для целей геоэкологического картографирования на глобальном и региональном уровнях (СПК-3.Б, формируется частично).

В результате освоения дисциплин обучающийся должен:

**Знать** базовые теоретические основы использования данных дистанционного зондирования и основные параметры аэрокосмических материалов разного типа; принципы и методы использования космических снимков для изучения природной и антропогенной подсистем современных ландшафтов мира и мониторинга состояния окружающей среды;

принципы обработки материалов дистанционного зондирования с использованием ГИС-технологий для целей ландшафтного и геоэкологического картографирования.

**Уметь** ориентироваться в современном мировом фонде материалов дистанционного зондирования и обоснованно подбирать и использовать их для решения практических задач в области геоэкологии и природопользования; применять данные дистанционного зондирования в своей профессиональной деятельности для целей ландшафтного и геоэкологического картографирования; уметь использовать ресурсы Интернет для поиска и приобретения материалов дистанционного зондирования

**Владеть** практическими навыками визуального тематического дешифрирования многозональных космических снимков высокого и среднего разрешения; методами компьютерной обработки и пространственно-географической интерпретации материалов дистанционного зондирования для целей ландшафтного и геоэкологического картографирования; знаниями об имеющемся российском и международном опыте внедрения материалов дистанционного зондирования в научную и практическую деятельность в области геоэкологии и природопользования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа. Общая аудиторная нагрузка – 39 часов, в т.ч. лекции – 13 часов и семинары – 26 часов. Объем самостоятельной работы студентов – 33 академических часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины			Виды учебной работы, <u>включая СРС</u> и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		СРС	
				лекция	семинар		
1	Введение. Тема 1. Современный мировой фонд космических снимков и его характеристика.	4	1-2	3	3	3	Письменный тест
2	Тема 2. Методы дешифрирования и интерпретации космических снимков.	4	3-4	2	4	4	Письменный тест
3	Тема 3. Источники получения данных дистанционного зондирования.	4	5-7	2	7	11	Отчет по практической работе
4	Тема 4. Методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов.	4	8-9	2	4	5	Выполнение заданий компьютерного практикума
5	Тема 5. Использование данных дистанционного зондирования для ландшафтного и геоэкологического анализа и картографирования.	4	10-13	4	8	7	Выполнение заданий компьютерного практикума
6	Промежуточная аттестация					3	Зачет
7	<b>Итого</b>			<b>13</b>	<b>26</b>	<b>33</b>	<b>Зачет</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### Содержание лекций

**Введение.** Цель, задачи и структура курса, связь с другими дисциплинами. Основные этапы развития метода дистанционного исследования Земли. Отличительные особенности материалов дистанционного зондирования как одного из информационных потоков для геоэкологических исследований.

### **Тема 1. Современный мировой фонд космических снимков и его характеристика.**

Физические основы и технические средства получения снимков. Классификация космических снимков по спектральному диапазону съемки, технологии получения изображения, обзорности, разрешению, периодичности, времени съемки и др. Показатели детальности снимков. Пространственное, временное, радиометрическое, спектральное разрешение снимков. Понятие географического разрешения. Соотношение пространственного и временного разрешения современных космических снимков. Территориальный охват снимков и повторяемость съемки как важнейшие показатели их пригодности для геоэкологических исследований и мониторинга состояния окружающей среды.

Мультиспектральная и гиперспектральная съемка – основные отличия. Современные возможности и перспективы использования гиперспектральных снимков. Снимки, полученные съемочными системами ресурсных спутников LANDSAT, Envisat, ALOS, SPOT, IRS, Sentinel и др., возможности их применения для разномасштабных геоэкологических исследований. Снимки съемочных систем MODIS и ASTER как важнейший инструмент геоэкологического мониторинга ландшафтов мира. Снимки сверхвысокого разрешения (Ikonos, Quickbird, WorldView и др.) и возможности их использования для локальных геоэкологических исследований. Современные возможности и перспективы использования снимков в радиодиапазоне, их роль для выявления и анализа геоэкологических проблем и мониторинга состояния экосистем.

### **Тема 2. Методы дешифрирования и интерпретации космических снимков.**

Снимок как информационно-изобразительная модель местности. Общая схема исследований по материалам дистанционного зондирования: постановка задачи, выбор снимков, дешифрирование, представление результатов дешифрирования. Значение визуального дешифрирования для интерпретации дистанционных данных. Полевое и камеральное дешифрирование. Роль дополнительной информации о территории в процессе дешифрирования. Дешифровочные признаки (прямые и косвенные) и их значимость в зависимости от масштаба снимков и целей исследования. Прямой и косвенный (индикационный) методы изучения динамики по снимкам. Дешифрирование разновременных снимков. Показатели и индикаторы динамики на снимках. Индикационное дешифрирование космических снимков – важнейший метод дистанционного изучения структуры и динамики современных ландшафтов. ГИС и автоматизированная обработка космических снимков. Возможности ГИС-технологий для интерпретации материалов съемки. Формы представления результатов обработки дистанционной информации (графическая, текстовая, числовая) и их соотношение. Особенности картографической интерпретации материалов дистанционного зондирования для целей ландшафтного и геоэкологического картографирования.

### **Тема 3. Источники получения данных дистанционного зондирования.**

Перспективы и современные проблемы развития Российского рынка данных дистанционного зондирования. Коллективные и ведомственные центры хранения спутниковой информации и их доступность. Коммерческие организации, занимающиеся распространением данных дистанционного зондирования.

Данные дистанционного зондирования в сети Интернет. Основные ссылки и адреса. Электронные архивы и интернет-каталоги снимков, доступные в сети Интернет; возможности поиска, заказа и получения снимков разных типов. Производные геоизображения, получаемые по материалам космической съемки, их использование и получение для изучения современных ландшафтов и геоэкологического картографирования. Картографирование современных «ландшафтных покровов» и их динамики (программы

Global land cover, CORINE land cover, WELD и др.). Интерактивные картографические Интернет-сервисы, WebGIS-системы, их функциональные возможности. Сервисы оперативного мониторинга состояния окружающей среды в сети Интернет. Применение геосервисов для оперативного спутникового мониторинга (нефтяного загрязнения акваторий, паводковой обстановки, пожаров и др.). Примеры реализованных геосервисов. Функционирующие тематические, специализированные и ведомственные веб-сервисы на основе спутниковой информации. Навигационные системы Google Earth, NASA WorldWind, Kosmosnimki и др. для целей мониторинга геоэкологического состояния современных ландшафтов. Веб-картографический сервис на основе космических снимков [ScanEx Web-GIS GeoMixer](#).

**Тема 4. Методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов.** Основы получения и обработки. Преимущества включения данных дистанционного зондирования в современные ГИС. Особенности программного обеспечения для обработки снимков. Форматы хранения цифровых снимков. Знакомство со структурой и особенностями различных коммерческих и свободных пользовательских ГИС-пакетов, обеспечивающих возможность работы с материалами дистанционного зондирования (Multi-Spec, Quantum-GIS, GRASS, Global Mapper, Google Earth и др.) Изучение интерфейса, организации данных, функциональных возможностей программ.

Основы компьютерной обработки космических снимков. Подготовка снимков к дешифрированию, методы улучшения их визуального восприятия. Яркостная и геометрическая коррекция. Координатная привязка и трансформирование изображений. Контрастирование. Совмещение снимка с цифровой моделью рельефа. Сравнение зональных снимков. Тематически ориентированный синтез многозональных снимков. Компьютерная обработка разновременных снимков и изучение динамики. Разновременный синтез. Создание производных индексных изображений - расчет NDVI, NDWI, SAVI др. Контролируемая и неконтролируемая классификации по спектральным признакам. Совместная работа с картой и снимком.

**Тема 5. Использование данных дистанционного зондирования для ландшафтного и геоэкологического анализа и картографирования.** Применение материалов дистанционного зондирования для изучения природных подсистем современных ландшафтов: морфолитогенной основы современных ландшафтов, речной сети, ландшафтной индикации эрозионных, ледниковых, криогенных, эоловых, карстовых, гравитационных и др. процессов, особенностей почвенного и растительного покрова и др. Применение материалов дистанционного зондирования для изучения антропогенно-модифицированных и техногенных ландшафтов. Дешифрирование основных типов использования земель: лесохозяйственного, пастбищного, полевого, садово-плантационного, водохозяйственного, горнопромышленного, рекреационного, коммуникационного, селитебного. Дешифрирование природно-антропогенных и антропогенных процессов в различных зональных типах ландшафтов. Мониторинг деградационных и восстановительных процессов в современных ландшафтах, мониторинг их геоэкологического состояния. Оценка масштабов и последствий воздействия на современные ландшафты глобальных изменений климата, процессов обезлесения, опустынивания и др.

#### ***План проведения семинаров***

*Вводная часть* - преподаватель объясняет конкретную задачу в соответствии с заявленной темой.

*Работа в режиме обсуждения:* по предложенным темам студенты решают поставленные задачи и отвечают на вопросы.

*Методические рекомендации*

При подготовке к семинарам студент должен изучить предлагаемую литературу, составить план ответа, сделать необходимые записи. При ответе студент должен приводить примеры, делать выводы, обобщения.

### **Темы семинаров:**

#### **Тема 1. Современный мировой фонд космических снимков и его характеристика.**

*Цель и содержание:* Подбор снимков разного пространственного, спектрального и радиометрического разрешения из доступных в сети Интернет электронных архивов и интернет-каталогов. *Отчетный материал:* Сравнение подобранных снимков, анализ возможности их использования для решения задач ландшафтного и геоэкологического картографирования.

**Тема 2. Методы дешифрирования и интерпретации космических снимков.** *Цель и содержание:* Визуальное дешифрирование снимков. Выявление прямых и косвенных дешифровочных признаков, оценка их значимости в зависимости от масштаба снимка и целей исследования. Изучение по снимкам динамики. Выявление показателей и индикаторов динамики на разновременных снимках. *Отчетный материал:* Подготовка текстового описания снимков и обоснования возможных направлений их использования для решения задач ландшафтного и геоэкологического картографирования.

**Тема 3. Источники получения данных дистанционного зондирования.** *Цель и содержание:* Работа с электронными архивами и интернет-каталогами снимков доступными в сети Интернет: поиск, выбор и заказ снимков разных съемочных систем. Знакомство с возможностями и работа с навигационной системой Google Earth. Знакомство с сервисами оперативного мониторинга состояния окружающей среды в сети Интернет. Работа с веб-картографическим сервисом на основе космических снимков [ScanEx](#) [Web-GIS](#) [GeoMixer](#). *Отчетный материал:* Подготовка текстового отчета о проведенной работе.

**Тема 4. Методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов.** *Цель и содержание:* Знакомство со структурой и функциональными возможностями различных растровых ГИС-пакетов по обработке материалов дистанционного зондирования. Изучение интерфейса и освоение следующих процедур: создание цветных синтезированных изображений из зональных и разновременных снимков, формирование и экспорт многозональных файлов, построение и анализ кривых спектральной яркости для разных типов территории, расчет и визуализация индексных изображений, классификация с обучением, классификация без обучения и др. Работа со снимками в программе Quantum-GIS: использование модуля GDALTools и плагина Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), работа с калькулятором растров - расширение RasterCalc и др. *Отчетный материал:* предъявление итоговых результатов работы в виде изображений, расчетов или описаний.

#### **Тема 5. Использование данных дистанционного зондирования для ландшафтного и геоэкологического анализа и картографирования.**

*Цель и содержание:* Обсуждение и анализ возможности применения материалов дистанционного зондирования для (на выбор студента):

- изучения глобальных экологических проблем современности;
- геоэкологических исследований состояния атмосферы. Выявление источников загрязнения, определение динамики и интенсивности загрязнения. Прямое и косвенное изучение загрязнения атмосферы по снимкам. Изучение ореолов загрязнения снежного покрова вокруг городов как один из методов изучения загрязнения атмосферы;
- изучения водопользования и мониторинга состояния водных экосистем. Наблюдение за процессами загрязнения и нерационального использования водных бассейнов с помощью дистанционных методов;
- изучения лесопользования и мониторинга состояния лесных экосистем. Выявление динамики границ и площадей лесного фонда, определение состояния и

породного состава лесов. Лесопатологический мониторинг. Применение материалов дистанционного зондирования для мониторинга антропогенной деятельности в лесу, для изучения вырубочных экосистем и процессов лесовосстановления. Использование снимков для борьбы с лесными пожарами и их последствиями;

- изучения природопользования урбанизированных территорий;
- изучения горнопромышленного природопользования и воздействия на природную среду горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности. Изучение особенностей формирования горно-промышленных комплексов и проблем складирования отходов, образующихся в процессе их деятельности. Анализ геоэкологической ситуации в районах горной добычи;
- изучения прямого и опосредованного воздействия на почвенно-растительный покров и ландшафты при различных видах природопользования;
- изучения транспортного природопользования и дорожно-линейных систем природопользования. Понятие "объект сверхвысокого контраста";
- изучения сельскохозяйственного землепользования: изучения структуры сельскохозяйственных земель, оценки сельскохозяйственных земель и сельскохозяйственного мониторинга;
- оценки состояния пастбищных экосистем и изучения процессов антропогенного опустынивания;
- изучения рекреационного и природоохранного природопользования;
- изучения морского природопользования. Понятие цветового индекса для изучения концентрации фитопланктона.

*Отчетный материал:* краткое сообщение по выбранной теме, иллюстрированное презентацией.

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

Самостоятельная работа по дисциплине предусматривает:

- изучение основной литературы по дисциплине и работу по закреплению знаний, полученных в ходе лекционных и семинарских занятий, подготовку к опросам и тестированию;
- чтение и проработку литературных источников из дополнительного списка литературы, самостоятельный поиск и работу с дополнительными источниками информации, в т.ч. периодическими научными изданиями, Интернет-источниками и базами данных;
- более детальное ознакомление с существующими электронными архивами и интернет-каталогами снимков и выполнение индивидуальных заданий по поиску и подбору материалов дистанционного зондирования, а также письменный обзор полученных результатов;
- самостоятельную работу с сервисами оперативного спутникового мониторинга (нефтяного загрязнения акваторий, паводковой обстановки, пожаров и др.), их описание и анализ возможности использования для решения задач геоэкологического мониторинга;
- самостоятельное закрепление навыков работы в программах автоматизированной обработки снимков.

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

**Тема 1. Современный мировой фонд космических снимков и его характеристика.**

*Вопросы письменного теста:*



1. Назовите основные этапы формирования мирового фонда космических снимков.
2. Может ли при космической съемке фиксироваться искусственное излучение? в каких случаях?
3. По каким параметрам возможна классификация космических снимков?
4. Что такое низкие орбиты? средние орбиты? высокие орбиты? Каковы их высоты? Носители съемочной аппаратуры какого типа на них запускаются?
5. Чему равна прозрачность атмосферы в видимом и БИК диапазоне?
6. Как классифицируются снимки по спектральному диапазону съемки?
7. Как классифицируются снимки по технологии получения изображений?
8. Как классифицируются снимки по пространственному разрешению?
9. Как классифицируются снимки по периодичности съемки?
10. На снимках в каком диапазоне фиксируется собственное излучение Земли, а в каком диапазоне фиксируется отраженное излучение?
11. Назовите основные области применения снимков, сделанных в радиодиапазоне.
12. Съемка в каком диапазоне является всепогодной?
13. Чем определяется широтный пояс, охватываемый съемкой?
14. По каким параметрам различаются снимки, полученные съемочными системами MSS и ETM+ со спутников LANDSAT?
15. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника Landsat-7
16. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника Landsat-8
17. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника SPOT
18. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника IRS
19. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника Sentinel
20. Какие российские и зарубежные спутники ведут гиперспектральную съемку?
21. Назовите основные области применения тепловых снимков
22. Чем гиперспектральный снимок отличается от многозонального?

## **Тема 2. Методы дешифрирования и интерпретации космических снимков.**

### ***Вопросы письменного теста:***

1. Какие объекты используют в качестве показателя географического разрешения? Какими свойствами они должны обладать?
2. Какие снимки наиболее предпочтительны для тематического дешифрирования, а какие для топографического дешифрирования? Почему?
3. Какие типы показателей динамики используются при сопоставительном методе изучения динамики? Как они отображаются на снимках?
4. Что такое кривая спектральной яркости?
5. Какой вегетационный индекс может быть использован для отображения распространения засух?
6. Реализация каких последовательных этапов наиболее эффективно обеспечивает процесс дешифрирования материалов дистанционного зондирования?
7. Чем определяется радиометрическое разрешение снимков?
8. Что такое временное разрешение космических снимков?
9. Что такое дешифрирование?
10. Назовите основные ограничения для изучения загрязнения атмосферы по ореолу снежного покрова вокруг городов.

11. Назовите основные прямые дешифровочные признаки.
12. Приведите примеры косвенных дешифровочных признаков.
13. Что такое спектральные библиотеки и каково их предназначение?
14. Как рассчитывается индекс NDVI? Какие ограничения по его использованию существуют?
15. Назовите преимущества и недостатки использования карт «ландшафтных покровов» в ландшафтных и геоэкологических исследованиях.
16. В какой части спектра отмечаются основные различия для хвойных и лиственных лесов?
17. Какие спектральные диапазоны съемки наиболее информативно отражают состав и состояние растительного покрова?
18. В чем заключаются сложности реализации алгоритмов автоматического дешифрирования?
19. Каково значение визуального дешифрирования для ландшафтной интерпретации космических снимков? Поясните
20. Как отличаются кривые спектральной яркости серых лесных почв и черноземов?

### **Тема 3. Источники получения данных дистанционного зондирования.**

Письменный отчет о работе с электронными архивами и интернет-каталогами снимков для решения поставленной задачи: поиск, выбор и заказ снимков разных съемочных систем на заданную территорию, анализ и сравнение полученных снимков, оценка возможности их использования для решения разнообразных задач ландшафтного и геоэкологического картографирования. Описание и краткая характеристика покрытия разновременными снимками выбранной территории в навигационных системах GoogleEarth, NASA WorldWind и др. Анализ пожарной обстановки на заданной территории за определенный промежуток времени по данным сервиса оперативного мониторинга.

### **Тема 4. Методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов.**

Зачет за освоение методов автоматизированной обработки космических снимков и выполнение текущих заданий компьютерного практикума (создание цветных синтезированных изображений из зональных и разновременных снимков, формирование и экспорт многозональных файлов, построение и анализ кривых спектральной яркости для разных типов территории, расчет и визуализация индексных изображений, классификация с обучением, классификация без обучения и др. Работа со снимками в программе Quantum-GIS: использование модуля GDALTools и плагина Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), работа с калькулятором растров - расширение RasterCalc и др.)

### **Тема 5. Использование данных дистанционного зондирования для ландшафтного и геоэкологического анализа и картографирования.**

Примерный перечень практических заданий компьютерного практикума (на выбор), которые должны быть зачтены:

1. Изучение динамики береговой линии водных объектов с использованием разновременных снимков.
2. Изучение динамики землепользования по разновременным снимкам.
3. Изучение загрязнения воздуха в промышленном регионе.
4. Дешифрирование и картографирование функционально-территориальной структуры крупных городов и пригородных земель.
5. Использование многозональных космических снимков для создания карты состояния лесов в районе активного лесопромышленного освоения.
6. Картографирование по космическим снимкам деградации почвенно-растительного покрова пустынных пастбищ.
7. Обновление и уточнение карты малонарушенных лесов по космическим снимкам.

8. Обновление по материалам космической съемки карты дорожно-транспортной сети.
9. Определение степени залесенности территории по зимним космическим снимкам.
10. Разделение открытых почв лесостепной зоны и создание карты использования земель в районе интенсивного сельскохозяйственного освоения.
11. Создание карты степени загрязненности снежного покрова вокруг промышленных городов.
12. Создание карты степени нарушенности почвенно-растительного покрова в районе воздействия горно-металлургического комбината.
13. Создание карт вегетационного индекса для районов интенсивного сельскохозяйственного и лесохозяйственного освоения.
14. Создание карты использования земель в пределах горнопромышленного комплекса.
15. Создание карты растительности на район с выраженной высотной зональностью в пределах северотаёжной зоны
16. Уточнение карты лесов в зоне ведения интенсивных рубок по космическому снимку.

## **8. Формы и содержание промежуточной аттестации**

Зачет устный.

### *Примерный перечень вопросов к зачету:*

1. Показатели детальности космических снимков. Разрешение снимков (пространственное, временное, радиометрическое, спектральное). Понятие географического разрешения.
2. Общая схема исследований по материалам ДЗ. Выбор материалов ДЗ для проведения исследований.
3. Визуальное дешифрирование и использование программных средств. Дешифровочные признаки, их роль в зависимости от детальности снимков и целей исследования.
4. Классификации снимков по спектральному диапазону съемки, технологии получения изображений, пространственном разрешению, периодичности съемки и др.
5. Изучение по снимкам динамики природных и социально-экономических объектов и процессов. Индикационный и косвенный методы изучения динамики. Показатели и индикаторы динамики на снимках.
6. Мультиспектральная и гиперспектральная съемка – основные отличия. Современные возможности и перспективы использования гиперспектральных снимков.
7. Индексные изображения. Современные возможности и ограничения их использования. Вегетационные индексы, индекс NDVI.
8. Физические основы и природные условия получения дистанционной информации. Спектральная отражательная способность объектов. Понятие кривой спектральной яркости.
9. Основные типы производных геоизображений, получаемых на основе данных дистанционного зондирования, их использование в геоэкологических исследованиях.

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

Оценка РО и	Незачет	Зачет
----------------	---------	-------

<b>соответствующие виды оценочных средств</b>		
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: письменный тест)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: зачет по практической работе)	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: выполнение заданий компьютерного практикума)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (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., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Изд. Центр Академия, 2011. – 336 с.
2. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв. Учебное пособие. М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 с.
3. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.

### б) Дополнительная литература

1. Кравцова В.И. Генерализация аэрокосмического изображения: континуальные и дискретные снимки. М, изд.МГУ, 2000, 255 с.
2. Трифонова Т.А., Н.В. Мищенко, А.Н. Краснощеков Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. М.: Академический проект, 2005 – 352 с.
3. Тутубалина О.В. Компьютерный практикум по курсу «Космические методы исследования почв». – М.: Географический факультет МГУ, 2009.

### в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Специализированные кабинеты или компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием (широкополосный доступ в Интернет).

1. <http://www.roscosmos.ru/> - Федеральное космическое агентство (Роскосмос)
2. <http://www.gisa.ru> - ГИС-Ассоциация России
3. <http://www.scanex.ru> - Центр Дистанционного зондирования Земли Инженерно-технологический центр СканЭкс (ИТЦ СканЭкс)
4. <http://catalog.scanex.ru/dewb/step1.pl> - каталог снимков российской фирмы СканЭкс
5. <http://www.sovzond.ru/> - российская компания «Совзонд»
6. <http://www.gis-lab.info> - русскоязычный портал, содержащий сведения по дистанционному зондированию Земли, ГИС-анализу, всем видам обработки ДДЗ
7. <http://arc.iki.rssi.ru> - Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)

8. <http://rst.gsfc.nasa.gov>- Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США (NASA), интерактивный мультимедийный учебник NASA по дистанционному зондированию
9. <http://www.jpl.nasa.gov/earth>- образовательный центр NASA посвященный дистанционному зондированию Земли;
10. <http://www.esa.int/esaCP/index.html> - Европейское космическое агентство (ESA)
11. <http://www.usgs.gov> - Геологическая служба США (USGS);
12. <http://geospatial.amnh.org> - информационный ресурс по ГИС и ДЗЗ, поддерживаемый Центром биоразнообразия американского музея естественной истории и NASA
13. <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer> - EarthExplorer - Официальный каталог снимков системы Landsat всех поколений.
14. <http://www.landsat.org/worldclickmap.html> - каталог для поиска снимков Landsat.
15. <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl> - GeoCover™ - каталог трехканальных покрытий LANDSAT 5/7
16. <http://www.googleearth.com> - Геопортал GoogleEarth
17. <http://www.kosmosnimki.ru> - Геопортал Космоснимки
18. <https://wist.echo.nasa.gov/~wist/api/imswelcome/> - Каталог-портал центров НАСА
19. [http://sun.ntsomz.ru/data\\_new/](http://sun.ntsomz.ru/data_new/) - Генеральный каталог российского Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс с мультимедийным проектором для лекций и с персональными компьютерами по числу бакалавров с возможностью доступа в Интернет для проведения практических и семинарских занятий. Лицензионный пакет программ для обработки материалов дистанционного зондирования и векторных данных или свободные пользовательские геоинформационные системы.

**Программа одобрена на заседании кафедры физической географии мира и геоэкологии.**

И.о. зав. кафедрой Н.Н. Алексеева

**Разработчик(и):**

Т.Ю.Зенгина                      доцент, к.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,  
географический факультет, кафедра  
рационального природопользования

**Эксперт:**

Н.И.Тульская                      доцент, к.г.н.

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