Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Наименование дисциплины:
Методы мониторинга природных ресурсов

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):
05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:
Рациональное использование возобновляемых природных ресурсов

Форма обучения: очная

Москва 2023

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 05.04.06 «Экология и природопользование» программы магистратуры

ОС МГУ, утвержденный решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол №7).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
Дисциплина предполагает знание студентами базовых естественно-географических дисциплин направления «Экология и природопользование», в том числе: «Экология с основами биогеографии», «Геоэкология», «Основы природопользования», «Основы геоинформатики», «Статистические методы в экологии».

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
ОПК-3. Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	**ОПК-3.1.** Выбирает и уверенно применяет комплекс современных полевых, лабораторных, картографических, статистических и прочих необходимых методов исследований для сбора, обработки и анализа экологической информации и данных	**Знать:** главные источники антропогенного воздействия на окружающую среду, основные положения системы экологического нормирования, научные и правовые основы мониторинга природной среды и природных ресурсов **Уметь:** давать оценку и прогноз состояния природной среды и ее компонентов на глобальном, региональном и локальном уровнях в рамках российских и международных нормативов и стандартов. **Иметь опыт деятельности в области работы** с геоинформационными и дистанционными методами анализа изменения природной среды. **Владеть:** методами экологического мониторинга и обработки экологической информации.
ОПК-5. Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.	**ОПК 5.1.** Использует стандартные и оригинальные программные продукты для сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической информации, при необходимости адаптируя их для решения конкретных задач экологической направленности.	**Знать:** базовые теоретические основы использования данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) и основные параметры аэрокосмических материалов разного типа; базовые теоретические основы их аналитической и цифровой обработки; принципы и методы использования обработки материалов ДЗЗ для решения задач изучения и мониторинга природных ресурсов; принципы использования материалов ДЗЗ и картографических баз данных в структуре геоинформационных систем. **Уметь:** использовать современное программное обеспечение и данные ДЗЗ для решения конкретных практических задач в области геоэкологии и оценки состояния природных ресурсов; уметь использовать ресурсы Интернет для поиска и приобретения материалов ДЗЗ, а также для работы с он-лайн сервисами, основанными на материалах ДЗЗ.

		Иметь опыт деятельности в области работы с основными растровыми ГИС-пакетами при решении практических задач ресурсопользования и геоэкологии; а также работы с международными и отечественными базами данных основанных на материалах ДЗЗ. **Владеть:** навыками работы с архивами космических снимков; практическими навыками визуального тематического дешифрирования многозональных космических снимков высокого и среднего разрешения; методами компьютерной обработки и пространственно-географической интерпретации материалов ДЗЗ для решения прикладных задач в области изучения и мониторинга природных ресурсов; знаниями об имеющемся российском и международном опыте внедрения материалов ДЗЗ в научную и практическую деятельность в области геоэкологии и ресурсопользования.
МПК-2. Способность проводить оценку и мониторинг деградации природных ресурсов, разрабатывать способы снижения экологической нагрузки, разрабатывать меры для обеспечения устойчивого использования природных ресурсов.	**МПК-2.М.** Способен проводить оценку и мониторинг деградации природных ресурсов, разрабатывать способы снижения экологической нагрузки, разрабатывать меры для обеспечения устойчивого использования природных ресурсов.	**Знать:** основные виды антропогенного воздействия на окружающую среду, системы организации мониторинга природной среды и природных ресурсов, в том числе на основе материалов дистанционного зондирования. **Уметь:** давать оценку состояния природной среды и ее компонентов на глобальном, региональном и локальном уровнях с использованием методов геоинформационного анализа и дистанционного зондирования. **Иметь опыт деятельности в области работы** с разнообразными, в том числе геоинформационными и дистанционными, методами анализа изменения природной среды. **Владеть:** разнообразными навыками обработки экологической информации

4. **Объем дисциплины** 2 з.е., в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очный *(отметить, если дисциплина или часть ее реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий)*

6. **Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий**:

ИТОГ	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) ***Виды контактной работы, часы****					**Самостоятельная работа обучающегося*Виды самостоятельной работы, часы**		
		Занятия лекционного типа *(по учебному плану)*	Занятия семинарского типа *(по учебному плану)*	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	**Всего**	Рефераты	Выполнение практических работ в программах	**Всего**
Раздел 1. ***Основы мониторинга окружающей среды и природных ресурсов***	***8***	***4***	***-***			***4***	***4***		***4***
Тема 1. Основы экологического мониторинга. Экологический мониторинг и экологический контроль. Государственный экологический мониторинг.	2	2	-	-	-	2	-	-	-
Тема 2. Основы мониторинга природных ресурсов.	2	2	-	-	-	2	-	-	-
Раздел 2. ***Использование ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования для изучения и мониторинга природных ресурсов***	***58***	***8***	***24***	***-***	***-***	***32***	***-***	***26***	***26***
ТЕМА 1. Физические основы и технические средства получения данных дистанционного зондирования.	2	2	-	-	-	2	-	-	-
ТЕМА 2. Типы снимков, их классификация и основные параметры. Современный фонд космических снимков.	2	2	-	-	-	2	-	-	

ТЕМА 3. Использование данных дистанционного зондирования для решения прикладных задач в области изучения и мониторинга природных ресурсов	2	2	-	-	-	2	-		-
ТЕМА 4. Теоретические основы цифровой обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования	1	1	-	-	-	1	-	-	-
ТЕМА 5. Web-GIS-технологии и геосервисы на основе космических снимков	11	1	6	-	-	7	-	4	4
ТЕМА 6. Практикум: методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов	40	-	18	-	-	18	-	22	22
Форма текущей аттестации по разделу – экзамен									6
Итого	**72**	**36**							**36**

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

РАЗДЕЛ 1. ***ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ***

ТЕМА 1. Основы экологического мониторинга.
Экологический мониторинг: определение, основные направления деятельности, правовые основы, классификация. Глобальная система мониторинга окружающей среды. Национальные системы мониторинга. Государственный экологический мониторинг. Экологический мониторинг и экологический контроль. Основные понятия системы нормирования качества окружающей среды. Санитарно-гигиеническое и экологическое нормирование. Экологическое нормирование уровней содержания химических веществ в природных средах.

ТЕМА 2. Основы мониторинга природных ресурсов
Мониторинг водных, земельных, минерально-сырьевых, лесных и других природных ресурсов: методические основы и практическое осуществление. Государственные кадастры отдельных видов природных ресурсов.

РАЗДЕЛ 2. ***ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИЗУЧЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ***

ТЕМА 1. Физические основы и технические средства получения данных дистанционного зондирования.

Физические основы и природные условия получения дистанционной информации. Характеристика электромагнитного спектра излучения. Естественное и искусственное излучение. Спектральная отражательная способность объектов как основа дистанционных методов. Окна прозрачности атмосферы. Особенности съёмки из космоса. Влияние атмосферы на регистрируемое излучение.

Методы и системы регистрации излучения, съемочная аппаратура. Пассивный и активный методы съемки. Носители съемочной аппаратуры. Влияние параметров орбиты на свойства снимков, получаемых из космоса. Типы фотоаппаратов и пленок. Современные возможности сканерной и ПЗС-съемки. Многозональная и гиперспектральная съемка. Основные отличия гиперспектральной съемки от многозональной.

ТЕМА 2. Типы снимков, их классификация и основные параметры. Современный фонд космических снимков.

Классификация космических снимков по спектральному диапазону съемки, по технологии получения изображения, по обзорности, разрешению, периодичности, времени съемки и др.

Показатели детальности снимков. Понятие географического разрешения. Пространственное, временное, радиометрическое, спектральное разрешение снимков. Соотношение пространственного и временного разрешения современных космических снимков. Территориальный охват снимков и повторяемость съемки. Многовременные снимки. Повторяемость съемки, изучение временной динамики природохозяйственных систем и обеспечение мониторинга состояния природных ресурсов.

Комплексная классификация современного фонда космических снимков по спектральным диапазонам съемки и технологии получения изображений. Снимки в световом диапазоне и их использование. Снимки в тепловом диапазоне и их использование. Съемка в радиодиапазоне и их использование.

Основные типы космических снимков по технологии получения. Фотографические снимки, полученные с околоземных орбит съемочными системами пилотируемых кораблей и орбитальных станций. Конверсионные материалы космофотосъемки. Сканерные

снимки оптико-механического сканирования. Снимки с метеоспутников на околоземных и геостационарных орбитах и с ресурсных спутников, их роль в мониторинге состояния природной среды. Сканерные ПЗС-снимки оптико-электронного сканирования. Тепловые инфракрасные снимки с метеорологических, океанологических и ресурсных спутников. Микроволновые радиометрические снимки. Радиолокационные снимки.

Снимки с российских и зарубежных ресурсных и коммерческих спутников, их характеристика и возможности применения. Основные принципы комплектования съемочной аппаратурой российских и зарубежных ресурсных спутниковых систем. Малые космические аппараты, их возможности и перспективы. Использование снимков сверхвысокого разрешения для решения задач ресурсопользования и геоэкологии.

Перспективы и современные проблемы развития Российского рынка данных дистанционного зондирования (коммерческие, технические, организационные). Коллективные и ведомственные центры хранения спутниковой информации и их доступность. Данные дистанционного зондирования в сети Интернет. Возможности поиска, заказа и получения снимков с помощью сети Интернет. Интернет-каталоги и архивы. Основные ссылки и адреса.

ТЕМА 3. Использование данных дистанционного зондирования для решения прикладных задач в области изучения и мониторинга природных ресурсов

Использование материалов ДЗЗ для:

- изучения глобальных экологических проблем современности и решения задач природопользования крупных регионов
- 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 и ресурсов. Наблюдение за процессами загрязнения и нерационального использования водных бассейнов с помощью дистанционных методов
- изучения лесопользования и мониторинга состояния лесных экосистем и ресурсов. 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 изучение вырубочных экосистем и процессов лесовосстановления. Использование снимков для борьбы с лесными пожарами и их последствиями
- изучения прямого и опосредованного воздействия на почвенно-растительный покров и ландшафты при различных видах природопользования
- изучения горнопромышленного природопользования и воздействия на природную среду горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности. Анализ геоэкологической ситуации и состояния почвенно-растительного покрова в районах горной добычи
- изучения сельскохозяйственного землепользования: изучения структуры и состояния сельскохозяйственных земель, оценки сельскохозяйственных земель и сельскохозяйственного мониторинга. Понятие "вегетационного индекса"
- оценки состояния пастбищных экосистем и изучения процессов антропогенного опустынивания
- изучения морского природопользования. Понятие цветового индекса для изучения концентрации фитопланктона.

ТЕМА 4. Теоретические основы цифровой обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования

Преимущества включения данных дистанционного зондирования в современные ГИС. Аналоговые и цифровые снимки. Радиометрические свойства цифровых снимков. Особенности программного обеспечения для обработки снимков. Форматы хранения цифровых снимков.

Знакомство со структурой и особенностями различных свободных пользовательских ГИС-пакетов, предназначенных для обработки материалов дистанционного зондирования и работы со снимками (QGIS, SAGA, Multi-Spec, Google Earth, SAS-Planet и др.). Изучение интерфейса, организации данных, функциональных возможностей программ. Работа с веб-картографическим сервисом на основе космических снимков ScanEx Web-GIS GeoMixer.

Получение информации о цифровом снимке (числовая матрица, анализ диапазона яркостей: числовые и графические гистограммы и др.). Подготовка снимков к дешифрированию, методы улучшения их визуального восприятия. Атмосферная, радиометрическая и геометрическая коррекция. Контрастирование. Фильтрация. Совмещение снимка с цифровой моделью рельефа. Сравнение зональных снимков. Получение синтезированных снимков. Паншарпинг. Квантование и цветокодирование. Создание производных индексных изображений (NDVI, NDWI и MNDWI, NDSI, SAVI и др.). Создание мозаик снимков. Координатная привязка и трансформирование изображений. Ортотрансформированные снимки. Компьютерное дешифрирование снимков на основе алгоритмов классификации. Контролируемая и неконтролируемая классификации по спектральным признакам. Особенности компьютерной обработки гиперспектральных снимков. Компьютерная обработка разновременных снимков для изучение динамики и мониторинга. Совместная работа с картой и снимком. Возможности создания по снимкам картографических композиций, космофотокарт. Включение результатов дешифрирования в базы данных других ГИС-пакетов.

ТЕМА 5. Web-GIS-технологии и геосервисы на основе космических снимков

Интеграция ГИС и глобальной сети Internet. Геосервисы в сети Интернет как форма геоинформационных решений и способ доступа к геоданным и материалам ДЗЗ. Геосервисы на основе космических снимков. Технологии Web-GIS-картографирования. Сервисы оперативного мониторинга состояния окружающей среды. Примеры реализованных геосервисов (контороль нефтяного загрязнения акваторий, паводковой обстановки, пожаров, изменений в пределах ООПТ и др.). Функционирующие тематические и специализированные геопорталы на основе космических снимков и сервисами оперативного мониторинга ИТЦ СКАНЭКС на основе технологии ScanEx GeoMixer и др.

ТЕМА 6. Практикум: методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов

1. Подготовка снимков - базовые операции: формирование фрагмента многозонального космического снимка, объединение многоканальных данных в единый файл, радиометрическая и атмосферная коррекция, создание цветных синтезированных изображений
2. Изучение динамики береговой линии водных объектов на основе разновременного синтеза снимков
3. Изучение динамики землепользования по разновременным снимкам и картам
4. Картографирование по космическим снимкам динамики и деградации почвенно-растительного покрова пустынных пастбищ
5. Обновление и уточнение карты малонарушенных лесов по космическим снимкам
6. Определение степени залесенности территории по зимним космическим снимкам
7. Разделение открытых почв лесостепной зоны и создание карты использования земель в районе интенсивного сельскохозяйственного освоения по материалам космической съемки

8. Мониторинг состояния почвенно-растительного покрова на основе синтеза разновременных космических снимков
9. Создание по материалам космической съемки карты степени нарушенности почвенно-растительного покрова в районе воздействия горно-металлургического комбината
10. Создание по материалам космической съемки карт вегетационного индекса для районов интенсивного сельскохозяйственного и лесохозяйственного освоения
11. Создание с помощью космического снимка карты использования земель в пределах территорий горнопромышленного освоения
12. Построение и анализ кривых спектральной яркости объектов по многозональному космическому снимку, создание карты лесов на район с выраженной высотной зональностью в пределах северотаёжной зоны
13. Уточнение карты лесов в зоне ведения интенсивных рубок по космическому снимку
14. Создание по космическому снимку карты распределения температуры земной поверхности (на примере сухостепной зоны Казахстана)
15. Расчет и картографирование спектральных водных индексов для оценки состояния водоемов. Создание карт распределения фитопланктона
16. Возможности работы с веб-картографическим сервисом на основе космических снимков ScanEx Web-GIS GeoMixer.
17. Использование сервиса Land Viewer для просмотра, обработки и выгрузки космических снимков
18. Анализ пожарной обстановки на заданную дату с использованием данных дистанционного зондирования (по материалам интернет-порталов открытого доступа)
19. Получение пространственно-координированной информации на заданную территорию с помощью тематических геопорталов в сети Интернет
20. Работа с Интернет-каталогами и архивами снимков по поиску информации на заданную территорию

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Для экзамена

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**Неудовлетворительно**	**Удовлетворительно**	**Хорошо**	**Отлично**
Знания *(виды оценочных средств: устные опросы, тесты, рефераты, доклады с презентацией)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: выполнение заданий компьютерного практикума)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: выполнение заданий компьютерного практикума)*	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

7.1. **Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

Вопросы для письменного теста:

1. Может ли при космической съемке фиксироваться искусственное излучение? в каких случаях?
2. На снимках в каком диапазоне фиксируется собственное излучение Земли? в каком -отраженное излучение?
3. Чему равна прозрачность атмосферы в видимом и БИК диапазоне?
4. Съемка в каком диапазоне является всепогодной?
5. В чем преимущества и недостатки радиолокационной съемки?
6. По каким параметрам возможна классификация космических снимков?
7. Что такое многозональный снимок? спектрозональный снимок?
8. Какие характеристики теплового снимка определяют его качество? Какие методики работы с тепловыми снимками Вам известны? Кратко опишите их суть (на чем они основаны).
9. Какие снимки наиболее предпочтительны для тематического дешифрирования, какие для топографического дешифрирования (черно-белые панхроматические, спектрозональные, многозональные)? Почему?
10. Назовите основные области применения а)тепловых снимков, б)снимков, сделанных в радиодиапазоне.
11. Какие типы показателей динамики используются при сопоставительном методе изучения динамики? Как они отображаются на снимках?
12. Что такое кривая спектральной яркости?
13. Какой вегетационный индекс может быть использован для отображения распространения засух?
14. Какие дешифровочные признаки Вам известны? Как меняется их значимость в зависимости от: а)масштаба, б)целей исследования?
15. Реализация каких последовательных этапов наиболее эффективно обеспечивает процесс дешифрирования материалов дистанционного зондирования?
16. Чем определяется радиометрическое разрешение снимков?
17. Что такое временное разрешение космических снимков?
18. Назовите основные прямые дешифровочные признаки.
19. Приведите примеры косвенных дешифровочных признаков.
20. Что такое спектральные библиотеки и каково их предназначение?
21. Как рассчитывается индекс NDVI? Какие ограничения по его использованию существуют?
22. Какие спектральные диапазоны съемки наиболее информативно отражают состав и состояние растительного покрова?
23. В чем заключаются сложности реализации алгоритмов автоматического дешифрирования?
24. По каким параметрам возможна классификация космических снимков?
25. Как классифицируются снимки по спектральному диапазону съемки?
26. Как классифицируются снимки по технологии получения изображений?
27. Как классифицируются снимки по пространственному разрешению?
28. На снимках в каком диапазоне фиксируется собственное излучение Земли, а в каком диапазоне фиксируется отраженное излучение?
29. Назовите основные области применения снимков, сделанных в радиодиапазоне.
30. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника Landsat-7, Landsat-8, Landsat-9
31. Назовите основные области применения тепловых снимков
32. Чем гиперспектральный снимок отличается от многозонального?

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации (вопросы к экзамену):**

1) Вегетационные индексы и их многообразие. Индекс NDVI – возможности и ограничения использования.
2) Гиперспектральная съемка, ее особенности и области применения. Российские и зарубежные космические съемочные системы, ведущие гиперспектральную съемку. Наземное спектрометрирование и спектральные библиотеки.
3) Дешифровочные признаки, используемые при визуальном дешифрировании - прямые и косвенные
4) Изучение по снимкам динамики природных и социально-экономических объектов и процессов. Косвенный метод изучения динамики.
5) Изучение по снимкам динамики природных и социально-экономических объектов и процессов. Индикационный метод изучения динамики. Показатели и индикаторы динамики на снимках.
6) Классификация космических снимков по спектральному диапазону съемки, технологии получения изображения, обзорности, разрешению, периодичности и времени съемки и др.
7) Кривые спектральной яркости основных классов природных объектов- как основной дешифровочный признак при автоматизированной обработке снимков
8) Многозональные снимки и получение синтезированных изображений. Понятие «тематически ориентированного синтеза».
9) Общая схема исследований по материалам ДЗ. Выбор материалов ДЗ для проведения исследований.
10) Отличительные особенности материалов дистанционного зондирования как одного из информационных потоков для изучения окружающей среды.
11) Показатели детальности космических снимков. Виды разрешения снимков.
12) Преимущества включения ДЗ в современные ГИС. Цифровые и аналоговые снимки - особенности работы при автоматизированной обработке
13) Создание производных индексных изображений и возможности их использования.
14) Физические основы и природные условия получения дистанционной информации. Характеристика электромагнитного спектра излучения. Окна прозрачности атмосферы. Влияние атмосферы и параметров орбиты на качество и свойства снимков, получаемых из космоса.

8. **Ресурсное обеспечение:**

Перечень основной и дополнительной учебной литературы:

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. Зенгина Т. Ю. Геоинформационные технологии и дистанционное зондирование в природопользовании и геоэкологии [Текст] : учеб. пособие. – Ухта : УГТУ, 2019. – 195 с.
4. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: Учебное пособие. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
5. Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. Учебное пособие. - М.: Научный мир, 2003. – 168 с.
6. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е.В. Веницианов и др. Под ред. Е.А. Заика. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2003. 252 с.

б) Дополнительная литература

1. Аэрокосмические методы в социально-экономической географии. Под ред. Ю.Ф.Книжникова, М.:МГУ,1983.
2. Балдина Е.А., Грищенко М.Ю., Федоркова Ю.В. Использование космических снимков в тепловом инфракрасном диапазоне для географических исследований [Электронный ресурс] / под ред. В.И. Кравцовой. М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, 2012. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/materials/heat_img/start.htm
3. Балдина Е.А., Трошко К.А. Радиолакационные данные в географических исследованиях и картографировании: Учебно-методическое пособие. – Под ред. И.А. Лабутиной. – М.: Географический факультет МГУ, 2017 г. – 35 МБ, http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/materials/radiolocation/index.html
4. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем.-М.:Наука,1984
5. Виноградов Б.В. Преобразованная Земля. - М.: Мысль, 1981
6. Киенко Ю.П. Основы космического природоведения. М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999
7. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методология, принципы, проблемы. М.:МГУ, 1997
8. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. - М.:МГУ,1991
9. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Academia, 2011. - 416 с.
10. Кравцова В.И. Космические методы картографирования.-М.: МГУ,1995
11. Рис. У.Г. Основы дистанционного зондирования. Второе издание. – М.: Техносфера, 2006.
12. Тутубалина О.В. Компьютерный практикум по курсу «Космические методы исследования почв». – М.: Географический факультет МГУ, 2009.
13. *Периодические издания:* Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, Дистанционное зондирование Земли из космоса в России, ГИС-обозрение, Геоинформатика, ArcReviw, Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации, и др.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Лицензионный пакет программ для обработки материалов дистанционного зондирования или свободные пользовательские геоинформационные системы – QGIS, SAGA, Google Earth, MultiSpec.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- http://www.mnr.gov.ru/part/?pid=153 - Информационная база министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Доклады и обзоры.
- http://catalog.scanex.ru/dewb/step1.pl - каталог снимков российской фирмы СканЭкс
- http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer - EarthExplorer - Официальный каталог снимков системы Landsat всех поколений.
- http://glovis.usgs.gov/ - USGS Global Visualization Viewer
- http://www.landsat.org/worldclickmap.html - каталог для поиска снимков Landsat.
- http://www.roscosmos.ru/ - Федеральное космическое агентство (Роскосмос)
- http://www.kosmosnimki.ru - Геопортал Космоснимки
- http://www.ncdc.noaa.gov - National Climate Data Center

- http://www.scanex.ru - Центр Дистанционного зондирования Земли Инженерно-технологический центр СканЭкс (ИТЦ СканЭкс)
- http://www.sovzond.ru/ - российская компания «Совзонд»
- http://www.usgs.gov - Геологическая служба США (USGS);
- https://wist.echo. nasa.gov/~wist/api/imswelcome/ - Каталог-портал центров НАСА

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

- http://arc.iki.rssi.ru - Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)
- http://geospatial.amnh.org - информационный ресурс по ГИС и ДЗЗ, поддерживаемый Центром биоразнообразия американского музея естественной истории и NASA
- http://geospatial.edublogs.org - GEOSPATIAL DATA REPORT: Finding and Using GIS Data
- http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index.jspGlobal land cover facility: earth science data interface
- http://glovis.usgs.gov/ - USGS Global Visualization Viewer
- http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/ - MODIS rapid response system
- http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/ - MODIS rapid response system
- http://rst.gsf.nasa.gov- Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США (NASA), интерактивный мультимедийный учебник NASA по дистанционному зондированию
- http://sun.ntsomz.ru/ data_new/ - Генеральный каталог российского Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ)
- http://www.esa.int/esaCP/index.html - Европейское космическое агентство (ESA)
- http://www.fao.org/forest-resources-assessment/en/ - Global Forest Resources Assessments.
- http://www.gis-lab.info - Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли
- http://www.gis-lab.info - русскоязычный портал, содержащий сведения по дистанционному зондированию Земли, ГИС-анализу, всем видам обработки ДДЗ
- http://www.globalforestwatch.org - Портал Global Forest Watch.
- http://www.googleearth.com - Геопортал GoogleEarth
- http://www.iki.rssi.ru/ - Институт космических исследований РАН
- http://www.jpl.nasa.gov/earth- образовательный центр NASA посвященный дистанционному зондированию Земли;
- http://www.kosmosnimki.ru/ - Космоснимки
- http://www.scanex.ru - Инженерно-технологический центр «Сканэкс»
- https://earthexplorer.usgs.gov/ - EartExplorer
- https://search.earthdata.nasa.gov/search - EarthDATA

Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекций и семинарских занятий. Компьютерный класс с персональными компьютерами по числу студентов с возможностью доступа в сеть Интернет.

9. **Язык преподавания:**

Русский

10. **Преподаватель (преподаватели):**

Зенгина Татьяна Юрьевна, к.г.н., доц., доцент кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

11. **Разработчики программы:**

Зенгина Татьяна Юрьевна, к.г.н., доц., доцент кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

Лычагин Михаил Юрьевич, к.г.н., доц., доцент кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова.

12. **Краткая аннотация дисциплины:**

Дисциплина «Методы мониторинга природных ресурсов» знакомит студентов с основами экологического мониторинга и экологического контроля, осуществлением Государственного экологического мониторинга, а также с современными возможностями использования методов дистанционного зондирования для изучения состояния и особенностей динамики природных ресурсов. Студенты знакомятся с теоретико-методологическими основами использования данных дистанционного зондирования для целей мониторинга природных ресурсов, получают знания о физических основах и технических средствах получения снимков, знакомятся с основными типами снимков и их классификацией. Изучают дешифровочные признаки, знакомятся с основными показателями и индикаторами динамики на снимках. Осваивают принципы визуального и автоматизированного дешифрирования снимков. В рамках практикума студенты знакомятся с особенностями программного обеспечения ряда свободных пользовательских ГИС-пакетов, предназначенных для обработки растровых данных, в том числе, многозональных изображений. Изучают интерфейс, организацию данных, функциональные возможности программ для интерпретации материалов съемки, учатся решать типовые задачи по анализу состояния и динамики природных ресурсов. Особое внимание уделено возможностям использования данных дистанционного зондирования, размещенных в сети Internet, студенты знакомятся с Web-GIS-технологиями и геосервисами на основе космических снимков, специализированными тематическими геопорталами, а также с сервисами оперативного мониторинга состояния природной среды и природных ресурсов.

Руководитель магистерской программы чл.-корр. РАН С.А. Шоба