

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
академик РАН Добролюбов С.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Космические методы в природопользовании и геоэкологии

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.06 «Экология и природопользование» (бакалавриат)

Направленность (профиль) ОПОП:
«Рациональное природопользование»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 14, дата 15.09.22)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «География» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова (приказ по МГУ № 1383 от 30 декабря 2020 года)

Год (годы) приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована без разрешения факультета.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП - относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «Картография», «Аэрокосмические методы», «Прикладные информационные технологии», «Комплексное геоэкологическое картографирование», «Основы природопользования», «Геоэкологический мониторинг».
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
<p>СПК-4 (<i>формируется частично</i>) Способен использовать картографические методы, прикладные компьютерные технологии и данные дистанционного зондирования для анализа территориальной структуры природопользования и динамики геосистем.</p>	<p>СПК-4.1 Применяет навыки использования картографических методов, прикладных компьютерных технологий и данных дистанционного зондирования для анализа территориальной структуры природопользования и динамики геосистем.</p>	<p>Знать: базовые теоретические основы использования данных дистанционного зондирования и основные параметры аэро- и космических материалов разного типа; базовые теоретические основы аналитической и цифровой обработки данных дистанционного зондирования; современное программное обеспечение, используемое для обработки материалов дистанционного зондирования для решения прикладных задач в области природопользования и геоэкологии; принципы и методы использования материалов дистанционного зондирования для решения задач управления природопользованием и мониторинга состояния окружающей среды; принципы использования материалов дистанционного зондирования и картографических баз данных в структуре геоинформационных систем; структуру и функциональные возможности комплексных и отраслевых ГИС, в области природопользования и оценки состояния окружающей среды, включающих дистанционный поток информации.</p> <p>Уметь: использовать данные дистанционного зондирования для решения конкретных практических задач в области природопользования и геоэкологии; применять данные дистанционного зондирования в своей профессиональной деятельности и использовать навыки работы с основными растровыми геоинформационными пакетами при решении практических задач природопользования и геоэкологии; уметь работать в прикладных программах, предназначенных для обработки материалов дистанционного зондирования; уметь использовать ресурсы Интернет для поиска и приобретения материалов дистанционного зондирования.</p> <p>Владеть: навыками практической работы с геоинформационными пакетами по обработке материалов дистанционного зондирования; методами компьютерной обработки и навыками пространственно-географической интерпретации и темати-</p>

		ческого дешифрования материалов дистанционного зондирования; знаниями об имеющемся российском и международном опыте внедрения материалов дистанционного зондирования в научную и практическую деятельность в области природопользования и геоэкологии; владеть методами комплексного анализа ситуаций в сфере природопользования и геоэкологии с помощью материалов дистанционного зондирования.
--	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) 3 з.е., в том числе 54 академических часа на контактную работу обучающихся (18 – лекции, 36 -семинары и практические) с преподавателем, 54 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы*</i>			Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата (обзора)	Выполнение практических работ	Всего
Тема 1. Введение	1	1	0	1	0	0	0	0
Тема 2. Теоретико-методологические основы использования данных дистанционного зондирования в природопользовании.	1	1	0	1	0	0	0	0

Тема 3. Физические основы и технические средства получения данных дистанционного зондирования.	2	2	0	2	0	0	0	0	0
Тема 4. Типы снимков, их классификация и основные параметры.	4	4	0	4	0	0	0	0	0
Тема 5. Теоретические основы цифровой обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования	2	2	0	2	0	0	0	0	0
Тема 6. Современный фонд космических снимков.	6	2	0	2	0	0	4	4	4
Тема 7. Использование данных дистанционного зондирования для решения задач оптимизации и управления природопользованием.	17	3	4	7	5	5	0	10	10
Тема 8. Web-GIS-технологии и геосервисы на основе космических снимков	11	2	0	2	0	4	5	9	9
Тема 9. Практикум: методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов	57	0	32	32	0	0	25	25	25
Тема 10. Заключение. Перспективы развития дистанционного зондирования в мире и в России.	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Промежуточная аттестация	<i>Устный экзамен</i>								6
Итого:	108	18	36	54					54

Содержание лекций

Тема 1. 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 изучения природопользования и оценки состояния окружающей среды.

Тема 2. Теоретико-методологические основы использования данных дистанционного зондирования в природопользовании.

Природопользование как пространственно-временная категория и как предмет исследования в дистанционном зондировании. Анализ природопользования и его аспекты – социоприродный, геоэкологический, пространственный, динамический и др. *Дистанционное зондирование* - предмет и метод исследования. Снимок как базовое научное понятие дистанционного метода. Преимущества использования аэрокосмических снимков для получения геопространственной информации, изучения пространственно-распределенных явлений и анализа их динамики. Комплексный характер представления на снимках информации о природохозяйственных системах. *Картографирование* как метод и как результат изучения природопользования по материалам дистанционного зондирования. Современные возможности комплексирования картографического метода и методов дистанционного зондирования для решения региональных проблем природопользования и геоэкологии. Комплексное тематическое картографирование как методологическая база дистанционного изучения и картографирования природопользования. Оперативное и динамическое картографирование природопользования и состояния природной среды на базе материалов дистанционного зондирования. Комплексный анализ пространственно-временной информации об окружающей среде и природохозяйственных системах в рамках природопользования, дистанционного зондирования и картографирования. Теоретико-методологические аспекты интеграции названных дисциплин.

Основные направления использования дистанционных методов в природопользовании и геоэкологии: изучения природно-ресурсной базы природопользования, изучения различных видов и типов природопользования и их природохозяйственных особенностей, анализ пространственной организации и территориальной структуры региональных систем природопользования различных иерархических уровней, природохозяйственное и геоэкологическое районирование, решение инвентаризационных и оценочных задач, изучение геоэкологической обстановки и обеспечение мониторинга, изучение конфликтов природопользования и др.

Тема 3. 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, съёмочная аппаратура. Пассивный и активный методы съёмки. Носители съёмочной аппаратуры. Влияние параметров орбиты на свойства снимков, получаемых из космоса. Новые приемы и технологии ведения съёмок. Возможности космофотосъёмки. Типы фотоаппаратов и пленок. Современные возможности сканерной и ПЗС-съёмки. Съёмка в тепловом инфракрасном диапазоне и возможности использования полученных материалов для контроля состояния природной среды. Съёмка в радиодиапазоне и перспективы ее применения для решения задач природопользования. Многозональная и гиперспектральная съёмка. Основные отличия гиперспектральной съёмки от многозональной.

Тема 4. Типы снимков, их классификация и основные параметры. Классификация аэроснимков. Классификация космических снимков по спектральному диапазону съёмки, по технологии получения изображения, по обзорности, разрешению, периодичности, времени съёмки и др.

Показатели детальности снимков. Понятие географического разрешения. Пространственное, временное, радиометрическое, спектральное разрешение снимков. Соотношение пространственного и временного разрешения современных космических снимков. Понятие географического разрешения. Территориальный охват снимков и повторяемость съемки – как важнейшие показатели их пригодности для решения задач регионального природопользования.

Принцип множественности в современных аэрокосмических исследованиях. Разномасштабные снимки и их роль для изучения иерархически соподчиненных территориальных структур природопользования. Возможности их применения для изучения природопользования и решения геоэкологических задач. Многовременные снимки. Повторяемость съемки, изучение временной динамики природохозяйственных систем и обеспечение мониторинга региональных систем природопользования.

Тема 5. Теоретические основы цифровой обработки и дешифрирования данных дистанционного зондирования. Снимок как информационно-изобразительная модель местности. Предметно-содержательная и геометрическая информация, получаемая при дешифрировании. Цифровые и аналоговые снимки. Фотограмметрическая, фотометрическая и цифровая (компьютерная) обработка снимков. Технические средства обработки снимков и основные задачи, решаемые при этом. Отличительные черты программного обеспечения для обработки данных дистанционного зондирования. Радиометрические свойства и компьютерная обработка цифровых снимков. Многозональные и гиперспектральные снимки – основные отличия. Понятие кривой спектральной яркости. Спектральные индексы и их многообразие. Вегетационные индексы, водные индексы и др. Возможности использования индексных изображений для оценки состояния окружающей среды. Спектральные библиотеки и их предназначение.

Особенности дешифрирования космических и аэроснимков. Значение визуального дешифрирования для интерпретации дистанционных данных. Роль дополнительной информации об объекте в процессе дешифрирования. Дешифровочные признаки (прямые и косвенные) и их значимость в зависимости от масштаба снимков и целей исследования.

Изучение и картографирование по снимкам динамики природно-хозяйственных систем и процессов природопользования. Прямой и косвенный (индикационный) методы изучения динамики. Показатели и индикаторы динамики на снимках.

Формы представления результатов обработки дистанционной информации (графическая, текстовая, числовая) и их соотношение. Особенности картографической интерпретации материалов дистанционного зондирования. Научные понятия «снимок» и «карта», их сопоставление. Близость методик, способов и приемов извлечения и обработки данных, содержащихся на картах и снимках. Преимущества включения дистанционных данных в современные ГИС. Возможности ГИС-технологий для интерпретации материалов съемки. Аэрокосмическое картографирование и его роль в изучении регионального природопользования.

Тема 6. Современный фонд аэрокосмических снимков. Концепция единого мирового фонда космических снимков. Анализ и сравнение фонда снимков по показателям детальности, пространственному и спектральному разрешению, повторяемости съемок, территориальному охвату и т.д. и вытекающим из этого возможностям их использования для оперативного и долговременного анализа и решения региональных проблем природопользования и геоэкологии. 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 съёмочными системами пилотируемых кораблей и орбитальных станций. Конверсионные материалы космифотосъемки. 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. Конвергентные стереосъемки со спутников. Радиолокационная интерферометрическая цифровая модель рельефа Земли SRTM с космического корабля Shuttle. Радиоальтиметрия, лазерная альтиметрия.

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 природопользования 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. Фонды космических снимков Госцентра «Природа», Росгидромета, Совинформспутника, Научного центра оперативного мониторинга земли при Российском авиационно-космическом агентстве, и др. Коммерческие организации, занимающиеся распространением данных дистанционного зондирования. 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 7. Использование данных дистанционного зондирования для решения задач оптимизации и управления природопользованием. Применение материалов дистанционного зондирования для изучения природохозяйственных систем, особенностей различных видов и типов природопользования, для изучения проблем регионального природопользования. Характеристика снимков пригодных для этих целей. Использование аэрокосмических снимков 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. 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 горноперерабатывающей 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. Понятие "вегетационного индекса"
- оценки состояния пастбищных экосистем и изучения процессов антропогенного опустынивания
- изучения рекреационного и природоохранного природопользования
- изучения морского природопользования. Понятие цветового индекса для изучения концентрации фитопланктона.

Тема 8. 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. Применение геосервисов для планирования и мониторинга развития регионов. Геосервисы на основе космических снимков. Технологии Web-GIS-картографирования. Сервисы оперативного мониторинга состояния окружающей среды. Примеры реализованных геосервисов (контроль нефтяного загрязнения акваторий, паводковой обстановки, пожаров, изменений в пределах ООПТ и др.). Функционирующие тематические и специализированные геопорталы на основе космических снимков: Государственная инвентаризация лесов (ведомственный геосервис Рослесхоза); сервис «Космоплан» (ведомственный геопортал МЧС России), Космоснимки - ЧС (наблюдение за природными и техногенными ЧС), Космоснимки - Лукойл (наблюдение за экологической и судовой обстановкой в акватории Северного Каспия в районе объектов компании «ЛУКОЙЛ»), «Космоснимки - Половодье» (мониторинг хода половодья на реках России), «Космоснимки - Пожары» (мониторинг пожарной обстановки в России), «Космоснимки - моря России» (мониторинг экологической и судовой обстановки в морских акваториях страны) и др. Сервисы оперативного мониторинга ИТЦ СКАНЭКС на основе технологии ScanEx GeoMixer (демонстрация на реальных примерах)

Тема 9. Практикум: методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов. Основы получения и обработки данных дистанционного зондирования. Преимущества их включения 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, GRASS, 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.). Преобразование по методу главных компонент. Создание мозаик снимков. Координатная привязка и трансформирование изображений. Ортотрансформированные снимки. ГИС и глобальные системы позиционирования. Компьютерное дешифрирование снимков на основе алгоритмов классификации. Контролируемая и неконтролируемая классификации по спектральным признакам. Особенности компьютерной обработки гиперспектральных снимков. Компьютерная обработка разновременных снимков и изучение динамики. Совместная работа с картой и снимком. Возможности создания по снимкам картографических композиций, космофотокарт. Составление и редактирование легенд к схемам дешифрирования. Возможности экспорта и импорта информации. Конвертирование форматов. Включение результатов дешифрирования в базы данных других ГИС-пакетов.

Тема 10. Заключение. Перспективы развития дистанционного зондирования в мире и в России. Роль международного сотрудничества в этой области. Углубление взаимосвязей между картографированием и дистанционным зондированием на базе использования ГИС-технологий.

План проведения семинаров

Тема 7. Использование данных дистанционного зондирования в решении задач оптимизации и управления природопользованием.

Обсуждение докладов и презентаций студентов о возможностях использования материалов дистанционного зондирования для решения прикладных задач в области природопользования и геоэкологии:

- в лесопользовании,
- водопользовании,
- сельском хозяйстве,
- планировании и мониторинге городской среды,
- в промышленности и транспортном хозяйстве,
- в рекреации,
- для мониторинга состояния окружающей среды и др.

Тема 9. Практикум: методы обработки и автоматизированного дешифрирования снимков, освоение наиболее популярных ГИС-пакетов.

Примерный список заданий компьютерного практикума:

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. Изучение по космическим снимкам загрязнения воздуха в промышленном регионе
5. Использование космических снимков для дешифрирования и картографирования функционально-территориальной структуры крупных городов
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 по материалам космической съемки

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

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

Текущая аттестация включает:

- 1) подготовку студентами по результатам работы с литературой или сетевыми источниками кратких сообщений с презентацией по теме №7 «Использование данных дистанционного зондирования для решения задач оптимизации и управления природопользованием».
- 2) письменный тест по темам № 3-6

Примерный перечень вопросов к письменному тесту:

1. В какой зоне спектра наиболее ярко проявляется воздушная дымка? Как это отражается на качестве снимка? Поясните ответ.
2. В каком диапазоне наблюдается наибольшая прозрачность атмосферы?
3. В каком диапазоне находится самое протяженное окно прозрачности атмосферы?
4. Может ли при космической съемке фиксироваться искусственное излучение? в каких случаях?

5. На снимках в каком диапазоне фиксируется собственное излучение Земли? в каком -отраженное излучение?
6. Чем определяется широтный пояс, охватываемый съемкой?
7. Чему равна прозрачность атмосферы в видимом и БИК диапазоне?
8. Съемка в каком диапазоне является всепогодной?
9. В чем преимущества и недостатки радиолокационной съемки?
10. По каким параметрам возможна классификация космических снимков?
11. Для каких снимков характерна ложная цветопередача?
12. Какие характеристики теплового снимка определяют его качество?
13. Какие методики работы с тепловыми снимками Вам известны? Кратко опишите их суть (на чем они основаны).
14. Какие снимки наиболее предпочтительны для тематического дешифрирования, какие для топографического дешифрирования (черно-белые панхроматические, спектрзональные, многозональные)? Почему?
15. Назовите основные области применения а)тепловых снимков, б)снимков, сделанных в радиодиапазоне.
16. Какие объекты используют в качестве показателя географического разрешения? Какими свойствами они должны обладать?
17. Какие типы показателей динамики используются при сопоставительном методе изучения динамики? Как они отображаются на снимках?
18. Что такое кривая спектральной яркости?
19. Какой вегетационный индекс может быть использован для отображения распространения засух?
20. Какие дешифровочные признаки Вам известны? Как меняется их значимость в зависимости от: а)масштаба, б)целей исследования?
21. Реализация каких последовательных этапов наиболее эффективно обеспечивает процесс дешифрирования материалов дистанционного зондирования?
22. Чем определяется радиометрическое разрешение снимков?
23. Что такое временное разрешение космических снимков?
24. Назовите основные ограничения для изучения загрязнения атмосферы по ореолу снежного покрова вокруг городов.
25. Назовите основные прямые дешифровочные признаки.
26. Приведите примеры косвенных дешифровочных признаков.
27. Что такое спектральные библиотеки и каково их предназначение?
28. Как рассчитывается индекс NDVI? Какие ограничения по его использованию существуют?
29. Какие спектральные диапазоны съемки наиболее информативно отражают состав и состояние растительного покрова?
30. В чем заключаются сложности реализации алгоритмов автоматического дешифрирования?
31. Назовите основные этапы формирования мирового фонда космических снимков.
32. По каким параметрам возможна классификация космических снимков?
33. Как классифицируются снимки по спектральному диапазону съемки?
34. Как классифицируются снимки по технологии получения изображений?
35. Как классифицируются снимки по пространственному разрешению?
36. Как классифицируются снимки по периодичности съемки?
37. На снимках в каком диапазоне фиксируется собственное излучение Земли, а в каком диапазоне фиксируется отраженное излучение?

38. Назовите основные области применения снимков, сделанных в радиодиапазоне.
39. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника Landsat-7, Landsat-8
40. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника SPOT
41. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника IRS
42. Назовите основные характеристики снимков, получаемых со спутника Sentinel
43. Какие российские и зарубежные спутники ведут гиперспектральную съемку?
44. Назовите основные области применения тепловых снимков
45. Чем гиперспектральный снимок отличается от многозонального?

Промежуточная аттестация проводится в форме устного экзамена.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Изучение по снимкам динамики природных и социально-экономических объектов и процессов. Индикационный и косвенный методы изучения динамики. Показатели и индикаторы динамики на снимках.
2. Классификация космических снимков по спектральному диапазону съемки, технологии получения изображения, обзорности, разрешению, периодичности и времени съемки и др.
3. Общая схема исследований по материалам ДЗ. Выбор материалов ДЗ для проведения исследований.
4. Основные области применения многозональных и гиперспектральных снимков. Особенности работы с гиперспектральными снимками.
5. Отличительные особенности материалов дистанционного зондирования как одного из информационных потоков для изучения окружающей среды.
6. Показатели детальности космических снимков. Понятие географического разрешения.
7. Показатели детальности космических снимков. Разрешение снимков (пространственное, временное, радиометрическое, спектральное).
8. Сканерные и ПЗС-снимки с ресурсных и коммерческих спутников, их характеристика и возможности применения.
9. Снимки в радиодиапазоне. Пассивный и активный методы съемки. Характеристика радиолокационных снимков и перспективы их применения в географических и природоохранных исследованиях.
10. Снимки в световом диапазоне. Их классификация
11. Современные возможности космофотосъемки. Применение космофотоснимков для изучения природной среды. Типы фотоаппаратов и пленок.
12. Физические основы и природные условия получения дистанционной информации. Особенности съёмки из космоса. Окна прозрачности атмосферы. Влияние атмосферы и параметров орбиты на качество и свойства снимков, получаемых из космоса.
13. Физические основы и природные условия получения дистанционной информации. Характеристика электромагнитного спектра излучения
14. Характеристика снимков в тепловом инфракрасном диапазоне, методы работы с ними и возможности использования для контроля состояния природной среды.

15. Наблюдение за процессами загрязнения и нерационального использования водных бассейнов с помощью дистанционных методов.
16. Применение ДЗ для оценки сельскохозяйственных земель и сельскохозяйственного мониторинга.
17. Применение космических снимков при изучении загрязнения атмосферы.
18. Применение материалов ДЗ для изучения дорожно-линейных систем. Понятие "объект сверхвысокого контраста"
19. Применение материалов ДЗ для изучения нарушений природной среды при добыче и разведке полезных ископаемых
20. Применение материалов ДЗ для изучения прямого и опосредованного воздействия на почвенно-растительный покров и ландшафты и др
21. Применение материалов ДЗ для изучения урбанизированных территорий
22. Применение материалов ДЗ для оценки состояния пастбищных экосистем и изучения процессов антропогенного опустынивания
23. Применение материалов дистанционного зондирования для мониторинга лесных экосистем и слежения за процессом лесопользования.
24. Индексные изображения, их многообразие и применение. Создание производных индексных изображений и возможности использования.
25. Гиперспектральная и многозональная съемка. Российские и зарубежные космические съемочные системы, ведущие гиперспектральную съемку.
26. Вегетационные индексы. Индекс NDVI – возможности и ограничения использования.
27. Классификация «без обучения» и классификация «с обучением» - принципиальные отличия
28. Кривые спектральной яркости основных классов природных объектов.
29. Особенности работы с гиперспектральными снимками. Основные области их применения. Наземное спектрометрирование.
30. Получение синтезированных снимков. Понятие «тематически ориентированного синтеза».
31. Преимущества включения ДЗ в современные ГИС. Цифровые и аналоговые снимки.
32. Форматы хранения растровых данных.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины - экзамен (в устной форме).

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт)	Отсутствие	Наличие отдельных	В целом, сформированные	Сформированные навыки

деятельности)(виды оценочных средств: практические контрольные задания)	навыков	навыков	навыки (владения), но используемые не в активной форме	ки (владения), применяемые при решении задач
---	---------	---------	--	--

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

1. Книжников Ю. Ф., Кравцова В. И., Тутубалина О. В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Изд. Центр Академия, 2011. – 336 с.
2. Космические методы геоэкологии / Под ред. В.И. Кравцовой. – М.: Географ.ф-т МГУ, 1998. – (атлас -108 листов).
3. Кравцова В.И. Космические методы исследования почв. Учебное пособие. М.: Аспект Пресс, 2005. – 190 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.

Дополнительная литература

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли.-М.:1997. 296 с.
2. Зенгина Т. Ю. Геоинформационные технологии и дистанционное зондирование в природопользовании и геоэкологии [Текст] : учеб. пособие. – Ухта : УГТУ, 2019. – 195 с.
3. Киенко Ю.П. Основы космического природоведения. М.:Картгеоцентр-Геодезиздат, 1999. 283 с.
4. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмическое зондирование. Методология, принципы, проблемы. М.:МГУ, 1997. 127 с.
5. Кравцова В.И. Генерализация аэрокосмического изображения: континуальные и дискретные снимки. М, изд.МГУ, 2000, 255 с.
6. Кравцова В.И. Космические методы картографирования.-М.: МГУ,1995. 240 с.
7. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционного исследования в геологии. М.: Мир, 1988 – 349 с.
8. Мелуа А.И. Космические природоохранные исследования. - Л.: Наука,1988. 176 с.
9. Николаев В.А. Космическое ландшафтоведение.М.:МГУ.1993. 81 с.
10. Рис. У.Г. Основы дистанционного зондирования. Второе издание. – М.: Техносфера, 2006. 336 с.
11. Стурман В.И. Экологическое картографирование. – Москва: «Аспект Пресс», 2003. 251 с.
12. Тутубалина О.В. Компьютерный практикум по курсу «Космические методы исследования почв». – М.: Географический факультет МГУ, 2009. 112 с.
13. *Периодические издания:* Геодезия и картография, 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
ArcGIS Pro ArcGIS Desktop

- Нелицензионное программное обеспечение
Свободные пользовательские геоинформационные системы.
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
 - генеральный каталог российского Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) http://sun.ntsomz.ru/data_new
 - каталог для поиска снимков Landsat. <http://www.landsat.org/worldclickmap.html>
 - каталог-портал центров НАСА <https://wist.echo.nasa.gov/~wist/api/imswelcome>
 - каталог снимков российской фирмы СканЭкс <http://catalog.scanex.ru/dewb/step1.pl>
 - каталог трехканальных покрытий LANDSAT 5/7 <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl> - GeoCover™ -
 - официальный каталог снимков системы Landsat всех поколений. <http://edcns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer> - EarthExplorer
 - реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
 - русскоязычный портал, содержащий сведения по дистанционному зондированию Земли, ГИС-анализу, всем видам обработки ДДЗ <http://www.gis-lab.info>
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 - Геопортал Космоснимки <http://www.kosmosnimki.ru>
 - Геопортал GoogleEarth <http://www.googleearth.com>
 - образовательный центр NASA посвященный дистанционному зондированию Земли <http://www.jpl.nasa.gov/earth->
 - ГИС-Ассоциация России <http://www.gisa.ru>
 - Европейское космическое агентство (ESA) <http://www.esa.int/esaCP/index.html>
 - Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН) <http://arc.iki.rssi.ru>
 - информационный ресурс по ГИС и ДЗЗ, поддерживаемый Центром биоразнообразия американского музея естественной истории и NASA <http://geospatial.amnh.org>
 - Национальное управление по авиации и исследованию космического пространства США (NASA), интерактивный мультимедийный учебник NASA по дистанционному зондированию <http://rst.gsfc.nasa.gov>
 - поисковая система научной информации www.scopus.com
 - российская компания «Совзонд» <http://www.sovzond.ru/>
 - Федеральное космическое агентство (Роскосмос) <http://www.roscosmos.ru/>
 - Центр Дистанционного зондирования Земли Инженерно-технологический центр СканЭкс (ИТЦ СканЭкс) <http://www.scanex.ru>
 - электронная база научных публикаций www.webofscience.com
 - free GIS data <http://gisdata.blogspot.com/> - Open data
 - MODIS rapid response system <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>
 - USGS Global Visualization Viewer <http://glovis.usgs.gov/>

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): Ответственный за курс — Зенгина Татьяна Юрьевна, к.г.н., доцент рационального природопользования, доцент, преподаватели: Зенгина Татьяна Юрьевна, к.г.н., доцент рационального природопользования.

11. Разработчики программы: Зенгина Татьяна Юрьевна, к.г.н., доцент рационального природопользования.