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

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

_____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Дешифрирование аэрокосмических снимков

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.03 "Картография и геоинформатика

Направленность (профиль) ОПОП:
общий

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол № 16, дата 12.10.2022)

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 «Картография и геоинформатика», (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 базовой части ОПОП, является обязательной для освоения;

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по следующим предшествующим дисциплинам: Биология, Химия, Физика, Введение в физическую географию с основами землеведения, Геоморфология с основами геологии, Климатология с основами метеорологии, Топография, Социально-экономическая география, Экология с основами биогеографии, География почв с основами почвоведения, Ландшафтоведение, Информатика, Основы дистанционного зондирования

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**
ПК-7 (*формируется частично)* Владеет аэрокосмическими методами географического картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки и дешифрирования снимков разного типа. .	ПК-7. 1. Владеет аэрокосмическими методами географического картографирования и моделирования, основанными на компьютерных технологиях обработки и дешифрирования снимков разного типа.	***Знать:*** главные классические и обобщающие современные труды в области применения аэрокосмических методов для географического картографирования; основные компьютерные технологии и программы, применяемые для дешифрирования снимков разного типа; ***Уметь***: формулировать цели дешифрирования и выбирать оптимальные пути и технологии для их достижения ***Владеть***: методическими основами применения компьютерных технологий обработки космических изображений в интересах географического картографирования
ПК-10 (*формируется частично)* Владеет методами и технологиями фотограмметрической обработки и дешифрирования снимков разного типа	ПК-10. 1. Применяет методы и технологии дешифрирования снимков разных типов	***Знать:*** теорию, методы и технологии дешифрирования снимков разных спектральных диапазонов для общегеографического и тематического картографирования ***Уметь:*** использовать полученные знания при выборе материалов съемок и создавать карты на их основе, распознавать на снимках географические объекты по их дешифровочным признакам, оценивать надежность результатов дешифрирования; ***Владеть:*** навыками и методическими приемами визуального и компьютерного дешифрирования многозональных снимков, методами обработки разновременных съемочных материалов и снимков в разных спектральных диапазонах.

4. Объем дисциплины (модуля) 144 т.е., в том числе 88 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 56 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 (модуля), 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) ***Виды контактной работы, часы***					**Самостоятельная работа обучающегося** ***Виды самостоятельной работы, часы***		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	**Всего**	Работа со снимками, анализ доступных источников изображений Земли по теме	Создание схем дешифриро-вания	**Всего**
Тема 1. Теоретические и физические основы дешифрирования аэрокосмических снимков.	**18**	8	6	-	-	**14**	4	-	**4**
Тема 2. Технологические основы процесса дешифрирования. Камеральное дешифрирование. Полевое дешифрирование. Аэровизуальное дешифрирование, материалы беспилотных съемок и их значение для полевого дешифрирования.	**14**	6	4	-	-	**10**	2	2	**4**
Тема 3. Визуальное дешифрирование. Дешифровочные признаки объектов. Восприятие изображений. Дешифрирование по стереомодели местности. Ландшафтно-индикационное дешифрирование	**22**	6	10	-	-	**16**	2	4	**6**
Тема 4. Компьютерное дешифрирование. Преобразования цифровых снимков для дешифрирования.	**20**	6	6	-	-	**12**	2	6	**8**

Промежуточная аттестация: зачет	**4**	*Устный зачет*					**4**		
Тема 5. Дешифрирование тепловых инфракрасных снимков, их использование в географических исследованиях	**10**	2	4	-	-	**6**	2	2	**4**
Тема 6. Дешифрирование радиолокационных снимков, их использование в географических исследованиях.	**12**	4	4	-	-	**8**	2	2	**4**
Тема 7. Разновременные аэро- и космические снимки и их дешифрирование для изучения и картографирования динамики объектов, процессов, явлений	**20**	8	4	-	-	**12**	4	4	**8**
Текущая аттестация №2	**2**	*Защита реферата, практических работ*					**2**		
Тема 8. Заключение. Практическое использование методов дешифрирования снимков при мониторинге лесов, сельхозугодий Правовые аспекты использования материалов космической съёмки	**16**	4	6	-	-	**10**	3	3	**6**
Промежуточная аттестация: экзамен	**6**	*Устный экзамен*					**6**		
Итого	**144**	**88**					**56**		

Содержание лекций

Тема 1. Теоретические и физические основы дешифрирования аэрокосмических снимков.

Исторический обзор. Основные термины, определения. Место процесса дешифрирования снимков в топографическом и тематическом картографировании. Факторы, влияющие на дешифровочные свойства аэрокосмических снимков. Дешифровочные свойства материалов аэрокосмических съемок в зависимости от технологии съемки. Отражательные свойства объектов земной поверхности**.** Интегральная и спектральная яркость. Коэффициент спектральной яркости. Спектральные свойства горных пород и почв, растительного покрова, водных объектов, снега и облаков значение для дешифрирования объектов. Пространственная отражательная способность объектов земной поверхности. Изменчивость природных и антропогенных объектов во времени. Влияние сезонных и суточных изменений объектов на результаты дешифрирования.

Тема 2. Технологические основы процесса дешифрирования.

Камеральное дешифрирование. Эталоны объектов и признаков. Порядок выполнения дешифрирования. Полевое дешифрирование. Наземное, аэровизуальное дешифрирование, материалы беспилотных съемок и их значение для полевого дешифрирования.

Технологические схемы. Основные этапы процесса дешифрирования. Значение подготовительного этапа. Варианты сочетания полевого и камерального дешифрирования. Надежность результатов дешифрирования. Показатели надежности: точность, полнота, достоверность. Факторы, влияющие на надежность результатов дешифрирования. Методы оценки достоверности дешифрирования.

Тема 3. Визуальное дешифрирование.

Особенности визуального восприятия изображений. Зрительное восприятие яркости, цвета, размера и объёма. Восприятие изображений (яркости, цвета, размеров объектов). Значение стереоэффекта и его восприятия для дешифрирования объектов. Дешифрирование объектов по стереомодели местности. Логическое восприятие. Прямые дешифровочные признаки объектов: геометрические (форма, размер, тень), спектральные (яркость, цвет, спектральный образ) и структурные (текстура, структура, рисунок изображения). Рисунки изображения природных и антропогенных ландшафтов. Создание схем дешифрирования объектов как этап картографирования.

Косвенные дешифровочные признаки. Признаки наличия объектов, определение их свойств, индикаторы изменений и движения. Индикационное географическое дешифрирование, понятие о физиономичных и деципиентных компонентах ландшафта. Области применения индикационного дешифрирования.

Тема 4. Компьютерное дешифрирование. Преобразования цифровых снимков для дешифрирования.

Цифровой снимок и его отличие от аналогового. Формы записи и представления данных, системы растровых и пространственных координат снимка. Улучшение изобразительных свойств снимков путем преобразования яркостей. Синтез цветного изображения, выбор каналов для дешифрирования разных объектов. Квантование яркостей как этап дешифрирования. Вычисление NDVI и других индексных изображений по многозональным снимкам и их дешифрирование.

Компьютерные методы дешифрирования. Признаки, используемые для автоматизированного дешифрирования.

Применяемые методы, преимущества и недостатки. Кластеризация, методы классификации с обучением. Выбор метода в зависимости от задачи дешифрирования, вида данных и характера объектов Создание карт по результатам автоматических классификаций по снимкам, постобработка.

Тема 5. Дешифрирование тепловых инфракрасных снимков, их использование в географических исследованиях.

Съемочные системы, обеспечивающие получение тепловых изображений. Свойства изображений в тепловом инфракрасном диапазоне**.** Свойства объектов земной поверхности, влияющие на особенности их изображения на снимках в тепловом инфракрасном диапазоне. Методы дешифрирования тепловых инфракрасных снимков и их использование в географических исследованиях. Городской «остров тепла» на тепловых космических снимках.

Тема 6. Дешифрирование радиолокационных снимков, их использование в географических исследованиях.

Свойства объектов земной поверхности, влияющие на особенности их изображения на радиолокационных снимках. Свойства радиолокационных снимков разного пространственного охвата и разрешения. Этапы повышения изобразительных качеств радиолокационных

изображений для дешифрирования. Поляриметрические и разновременные радиолокационные данные для дешифрирования объектов и их свойств, изображение когерентности.

Тема 7. Разновременные аэро- и космические снимки и их дешифрирование для изучения и картографирования динамики объектов, процессов, явлений

Теоретические и методические аспекты изучения и картографирования динамики по материалам аэрокосмического зондирования. Понятие о разновременных и многовременном снимках. Изменчивость природных объектов как дешифровочный признак.

Архивные снимки и карты как основа для изучения динамики.

Методические приемы обработки разновременных данных для дешифрирования изменений: предварительная обработка (радиометрическая и геометрическая коррекция), сопоставление, наложение, цветовой синтез, сложение-вычитание изображений, создание переходных карт. Выявление изменений по сериям разновременных снимков, создание карт изменений.

Тема 8. Практическое использование космических снимков при мониторинге лесов, сельхозугодий и др.

Государственный мониторинг лесов на основе аэро- и космических съемок, требования к космическим снимкам, применяемым при картографировании и мониторинге лесов, мониторинг лесных пожаров; мониторинг незаконных рубок леса. Оценка последствий лесных пожаров по разновременным снимкам. Дистанционный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения, методы оценки состояния посевов по материалам аэрокосмических съемок, методы дешифрирования для агрострахования. Выявление изменений городских территорий.

Правовые аспекты использования материалов космической съёмки.

План проведения семинаров

1. *Вводная часть* - Преподаватель объясняет конкретную задачу дешифрирования в соответствии с заявленной темой.
2. *Работа в режиме обсуждения*: по предложенным для анализа снимкам студенты находят заданные объекты и объясняют, по каким признакам надо выделять тот или иной объект
3. *Индивидуальная работа в аудитории*: каждый из студентов выполняет дешифрирование заданных объектов на отдельном участке предложенного снимка.

<u>Темы семинаров</u>

1. Дешифрирование населенного пункта по космическим снимкам сверхвысокого пространственного разрешения с целью создания фрагмента топографической карты
2. Дешифрирование земельных угодий и границ сельскохозяйственных полей по разносезонным космическим снимкам среднего пространственного разрешения.
3. Дешифрирование овражно-балочной сети по космическим снимкам с разной детальностью изображения при использовании эталонов

4. Дешифрирование горно-таежных лесов по многозональным фотографическим снимкам разных масштабов (использование стереомодели местности для выявления высотной поясности лесной растительности)
5. Функциональное зонирование городской территории по космическому снимку сверхвысокого пространственного разрешения на основе косвенных признаков.
6. Определение спектральных свойств объектов по многозональным снимкам на основе синтеза цветного изображения и графиков спектрального образа (на примере лесов разного породного состава и агроландшафта)
7. Дешифрирование ландшафтов высокогорья путем вычисления вегетационного индекса (NDVI), создание фрагмента карты путем квантования индексного изображения
8. Дешифрирование распространения водной растительности по многозональным снимкам с применением методов автоматизированной классификации с опорой данных наземных наблюдений. Оценка достоверности результатов, полученных разными методами
9. Дешифрирование тепловых снимков - выявление тепловых аномалий в городе и за его пределами по снимкам в тепловом инфракрасном диапазоне.
10. Изучение особенностей изображения географических объектов на радиолокационных снимках, полученных на разных частотах (длинах волн) поляризации сигнала и разном пространственном разрешении (на примере городской территории и агроландшафта)
11. Выявление многолетних изменений территории на основе цветового синтеза разновременных снимков
12. Использование признака сезонной изменчивости при дешифрировании естественной и культурной растительности
13. Определение последствий лесного пожара по разновременным космическим снимкам, создание карт повреждений, вычисление площади

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

Опрос по темам семинаров, вопросы для текущего контроля:

1. Какие дешифровочные признаки преобладают при топографическом дешифрировании городской территории – прямые или косвенные?
2. Какие дешифровочные признаки преобладают при распознавании земельных угодий?
3. В каких случаях верховья оврагов определяются уверенно, а в каких нет?
4. Как изменяются границы лесных насаждений, нарисованные по снимкам разных масштабов?
5. Какие признаки, прямые или косвенные, преобладают при дешифрировании функциональных зон городской территории?
6. Как изменяются графики спектрального образа сельскохозяйственных культур в зависимости от проективного покрытия почвы посевами?
7. Какое преимущество дает индексное изображение по сравнению с цветным синтезированным снимком при изучении растительного покрова в высокогорье?
8. Как влияет на результат кластеризации и выявление объектов количество задаваемых классов?
9. В чем различия компьютерной обработки снимков и визуального дешифрирования?

10. Почему изображение ASTER, синтезированное из трех каналов теплового диапазона, слабо отличается от черно-белого одноканального теплового изображения Landsat? На каких объектах проявляются различия?
11. Какие виды объектов распознаются на снимках в радиодиапазоне лучше, чем в видимом?
12. В каких случаях цветовой синтез многовременных снимков облегчает выявление происшедших изменений?
13. Как отличается процесс геометрического согласования разновременных снимков с применением различного программного обеспечения (MultiSpec, ILWIS и ArcGIS)?
14. От чего зависит достоверность определения площади леса, пройденной огнем?
15. Какие последствия лесного пожара можно выявить по снимкам?

Текущая аттестация №1. Тест

Тесты по теоретическому материалу 2 раза за семестр. Примерный вариант теста:

1. Яркость (фототон) как дешифровочный признак объектов. Примеры использования
2. Как (за счет чего?) формируются цвета при синтезе цветного изображения из многозональных снимков?
3. Какие дешифровочные признаки используются при распознавании лесов разного породного состава? (Ответ пояснить)
4. Как изменяются графики спектрального образа сельскохозяйственных культур в зависимости от проективного покрытия посевов (начертить варианты графиков)?
5. Индикационное дешифрирование это …… (дать примеры распознаваемых объектов):
6. Различным ландшафтам свойственен разный рисунок (структура) изображения, различаемый на снимках. Составьте правильные пары (пример):

	Вид рисунка изображения		Тип ландшафта / местности
1	Волнообразный серповидный средне-контрастный	A	вулкан конической формы со свежими лавовыми потоками
2	Контрастный крупноячеистый	B	Дюны и барханы в пустыне
3	Радиально-струйчатый умеренно контрастный	C	Кварталы многоэтажной застройки в городах

Тест работа со снимком: получив снимок определить его тип и возможности дешифрирования объектов, ответив на вопросы

1. Тип снимка по охвату территории (линейный размер территории) (*выделить подходящее)*
   а) глобальный; б) крупно-региональный более 200 км; в) региональный от 50 до 200 км; г) локальный менее 20 км
2. Тип снимка по способу получения
   а) фотографический; б) сканерный (линейный); в) ПЗС линейно-кадровый (матричный)
3. Тип снимка по спектральному диапазону

4. Вид изображения (*выделить подходящее*)
черно-белый, цветной (натуральный), цветной (вариант синтеза), отдельные каналы
5. Пространственное разрешение (линейный размер пиксела на местности)
Низкое (больше 1 км) Среднее (100-1000 м) Высокое (10 -100 м)
Очень высокое (1-10) Сверхвысокое (<1 м) (*выделить подходящее*)
6. Предположительный географический регион или характер местности
7. Какие объекты и на основе каких признаков уверенно опознаются (выделить объекты и признаки, объяснить)
8. Какие (какой) дешифровочные признаки не работают (-ет) и почему? (объяснить)

Текущая аттестация №2.
Тест

1. Какие дешифровочные признаки ограниченно применимы / не работают при анализе радиолокационных снимков (пояснить, привести примеры)
2. Какие дешифровочные признаки ограниченно применимы / не работают при анализе снимков в тепловом ИК диапазоне (пояснить, привести примеры)
3. На радиолокационных снимках какого диапазона наилучшим образом различаются разные виды растительного покрова? Почему? Ответ пояснить
4. На радиолокационных снимках, полученных при разных (каких?) поляризациях сигнала наилучшим образом различаются объекты?
5. Что такое фильтрация спекл-шума радиолокационных снимков и какова ее роль при подготовке их к дешифрированию?
6. Какие объекты могут заметно изменяться по яркости изображения на дневных и ночных (летних и зимних) тепловых (8-14 мкм) снимках? Почему? Ответ пояснить
7. Какие объекты могут изображаться разными цветами на цветных (RGB синтез) многозональных тепловых (8-14 мкм) снимках? Почему? Ответ пояснить
8. Найти по ссылке радиолокационное изображение https://maps.descarteslabs.com/, опознать объекты, охарактеризовать их и объяснить различия в цвете (яркости).
9. Объяснить различия в яркости объектов на предложенном тепловом снимке.

Примерный перечень тем для рефератов

1. Объяснить термин «Дешифрирование», на основе анализа листов (по выбору студента) Атласа «Дешифрирование многозональных аэрокосмических снимков. Методика и результаты (атлас). - М.: Наука - Берлин: Академи-Ферлаг. Т.1. 1982.– 84 с; Т.2. 1988.– 124 с.» По темам и регионам, задаваемых листами
2. Дешифрирование и обработка изображения – сходство и различие понятий
3. Рисунок изображения ландшафтов в разных географических зонах

4. Кластеризация или классификация для дешифрирования, объяснить предпочтения
5. Дешифрирование и алгоритмы нейронных сетей
6. Космические снимки для решения задач мониторинга в лесном хозяйстве на примере выбранной территории
7. Применение космических снимков для решения задач мониторинга в сельском хозяйстве на примере выбранной территории
8. Применение космических снимков для решения задач мониторинга урбанизированных или охраняемых территорий на примере выбранной территории
9. Изучение динамики и изменений географических объектов по снимкам, объяснить различия терминов, опираясь на примеры Интернет-сайтов с доступными разновременными снимками
10. Космические снимки в судебной практике

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Пространственное разрешение снимков. Объяснить сходство и различие понятий «пространственное разрешение» и «разрешающая способность»
2. Что такое спектральное и радиометрическое разрешение снимков?
3. Прямые дешифровочные признаки. Примеры надежных и ненадежных прямых дешифровочных признаков.
4. Цвет как дешифровочный признак объектов. Примеры использования.
5. Как влияют различия в освещенности местности на дешифрируемость растительных сообществ?
6. Как влияет различия в освещенности местности на дешифрируемость форм рельефа
7. Яркость (фототон) как дешифровочный признак объектов. Примеры использования.
8. Тень как дешифровочный признак объектов. Примеры использования
9. Размер как дешифровочный признак объектов. Примеры использования
10. Рисунок изображения как дешифровочный признак объектов. Примеры использования
11. Сопоставить вид рисунка изображения с типом природного ландшафта: привести примеры названия рисунков и соответствующих им ландшафтов
12. Что такое эталонное дешифрирование?
13. Пространственная отражательная способность объектов. Использование при дешифрировании
14. Косвенные дешифровочные признаки. Примеры объектов, дешифрируемых по косвенным признакам. Как влияет масштаб снимков на роль косвенных признаков (Ответ пояснить, привести примеры)

15. Что такое индикационное дешифрирование? (Ответ пояснить, привести примеры).
16. Индикаторы объектов, их свойств и движения (примеры распознаваемых объектов и явлений)?
17. Спектральная яркость (СЯ) природных объектов. Дать определение. Начертить графики СЯ основных классов объектов.
18. Какие спектральные каналы наиболее информативны при дешифрировании донного рельефа? От каких других факторов зависит успешность его дешифрирования?
19. Спектральная яркость горных пород и почв и ее зависимость от влагосодержания (нарисовать кривые спектральной яркости для почвы в сухом и влажном состоянии)
20. Как изменяются графики спектральной яркости сельскохозяйственных полей в зависимости от проективного покрытия почвы посевами?
21. Технологическая схема процесса дешифрирования. Значение подготовительного этапа в процессе дешифрирования
22. При дешифрировании каких объектов необходим учет сезонной изменчивости (Ответ пояснить, привести примеры)
23. Какой класс объектов наиболее уверенно дешифрируется по многозональным снимкам? (Ответ пояснить)
24. Дешифровочные признаки эрозионных долин разного иерархического уровня на космических снимках разного пространственного разрешения и территориального охвата
25. Какие дешифровочные признаки преобладают при распознавании типов земельных угодий? (Ответ пояснить)
26. Какие дешифровочные признаки используются при распознавании лесов разного породного состава? (Ответ пояснить)
27. Какие дешифровочные признаки преобладают при **топографическом дешифрировании** городской территории – прямые или косвенные? Какие признаки, прямые или косвенные, преобладают при **дешифрировании функциональных зон** городской территории? Пояснить сходство и различие этих задач.
28. Яркостные преобразования цифровых снимков (какие известны? В каких случаях выполняются?)
29. Как формируются цвета при синтезе цветного изображения? Связать с графиками спектральной яркости объектов.
30. Что такое NDVI? Почему этот индекс оказывается **наиболее** информативным при дешифрировании растительного покрова **в горах**? Другие примеры использования NDVI.
31. Дешифрирование снимков методом кластеризации. От каких условий зависит результат?
32. Дешифрирование снимков методами классификации. От каких условий зависит результат?
33. Надежность результатов дешифрирования. Показатели. От каких факторов зависит надежность результатов дешифрирования?

Шкала и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *зачет* (в устной форме)

При отсутствии у обучающегося отчета по одной или нескольким практическим работам на зачете студенту предоставляется возможность выполнить весь объем учебной работы до ответа по экзаменационному билету в пределах нормативного времени, отведенного на прием устного экзамена (до 30 минут на одного обучающегося). При невыполнении указанного условия, учебный план считается невыполненным, обучающемуся выставляется оценка «Незачет».

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *экзамен* (в письменной форме)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**Незачет**	**Зачет**
Знания *(виды оценочных средств: устный опрос, реферат)*	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения *(виды оценочных средств: устный опрос, реферат)*	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)
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: устный опрос, реферат)*	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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *экзамен* (в письменной 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	Успешное и систематическое умение

			умение (допускает неточности непринципиального характера)	
Навыки (владения, опыт деятельности)*(виды оценочных средств: практические контрольные задания)*	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Основные этапы развития географического дешифрирования снимков
2. Классификации аэро- и космических снимков для географического дешифрирования
3. Интегральная и спектральная яркость природных объектов
4. Спектральная яркость растительного покрова и ее сезонная изменчивость. Использование при дешифрировании многозональных снимков
5. Спектральная яркость горных пород и почв, водных объектов. Использование при дешифрировании многозональных снимков.
6. Пространственная отражательная способность объектов. Использование при дешифрировании
7. Влияние сезонной изменчивости объектов земной поверхности на дешифровочные свойства снимков
8. Прямые дешифровочные признаки: геометрические, структурные (примеры распознаваемых объектов).
9. Яркостные дешифровочные признаки. Цвет как дешифровочный признак
10. Косвенные дешифровочные признаки. Индикационное дешифрирование.
11. Индикаторы объектов, их свойств и движения (примеры распознаваемых объектов и явлений)
12. Технологическая схема процесса дешифрирования. Значение подготовительного этапа в процессе дешифрирования
13. Полевое дешифрирование. Задачи, методы, этапы, приборы. Принцип эталонов.
14. Камеральное дешифрирование. Методы. Сравнительная характеристика визуального и автоматизированного дешифрирования
15. Яркостные преобразования цифровых снимков
16. Методы автоматизированного дешифрирования. Кластеризация и классификация – возможности и ограничения
17. Надежность результатов дешифрирования. Показатели. Влияющие факторы
18. Разновременные и многовременной снимки для изучения динамики и выявления изменений. Выявление изменений на местности по одиночному снимку
19. Изучение по снимкам изменений и динамики объектов. Технологические схемы

20. Нормализованный разностный вегетационный индекс (NDVI) Использование индексного изображения при изучении и картографировании растительного покрова и его изменений.
21. Выявление изменений местности на основе цветового синтеза разновременных снимков. Достоинства и ограничения метода
22. Надежность выявления изменений в результате дешифрирования разновременных снимков. Показатели. Влияющие факторы. Фиктивные изменения
23. Свойства радиолокационных снимков. Методы обработки и возможности дешифрирования
24. Многовременные радиолокационные данные. Методы обработки и возможности дешифрирования. Когерентность
25. Свойства тепловых инфракрасных снимков. Методы их обработки и возможности дешифрирования
26. Основные направления использования космических снимков для сельского хозяйства. Использование аэрокосмических материалов в точном земледелии
27. Основные требования к космическим снимкам, применяемым при картографировании и мониторинге лесов Виды государственного мониторинга лесов на основе аэро- и космических съемок. Применяемые методы дешифрирования.
28. Создание карт динамики с использованием космических снимков и архивных карт

8. Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Е.А. Балдина, И.А. Лабутина. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебник, [электронное издание сетевого распространения] / – 2-е изд., переработанное и дополненное. – М.: «КДУ», «Добросвет», 2021. – 269 с. – URL: https://bookonlime.ru/node/6333 – doi: 10.31453/kdu.ru.978-5-7913-1163-4-2021-269. https://bookonlime.ru/product-pdf/deshifrirovanie-aerokosmicheskih-snimkov .
2. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Практикум по курсу «Дешифрирование аэрокосмических снимков». М.: Географический факультет МГУ, 2013. –168 с. http://istina.msu.ru/media/publications/book/a82/2d9/4952426/Labutina_Baldina_Praktikum_txtmin.pdf
3. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения [Электронный ресурс]: учебное пособие /А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchuk-perminova-tematicheskoe-deshifrovanie-i-interpretaciya-kosmicheskih-snimkov.pdf

Дополнительная литература:

1. Лабутина И.А., Балдина Е.А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ. Методическое пособие. Проект ПРООН/ГЭФ/МКИ «Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона» – М., 2011. – 88 с. http://www.wwf.ru/resources/publ/book/490

2. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 416 с
3. Использование космических снимков в тепловом ИК диапазоне для географических исследований" http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/materials/heat_img/start.htm
4. Балдина Е.А., Трошко К.А. Радиолокационные данные в географических исследованиях и картографировании.: Учебно-методическое пособие. – Под ред. И.А. Лабутиной. – М.: Географический факультет МГУ, 2017 г. – 35 МБ [Электронный ресурс]: http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/materials/radiolocation/titul1.html
5. Верещака Т.В. Зверев А.Т., Сладкопевцев С.А., Судакова С.С. Визуальные методы дешифрирования М.: Недра, 1990. — 344 с.
6. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. – М.: изд. Моск. ун-та, 1991. – 205 с.
7. John R. Jensen Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective, 2nd Edition https://www.pearson.com/us/higher-education/program/Jensen-Remote-Sensing-of-the-Environment-An-Earth-Resource-Perspective-2nd-Edition/PGM200207.html
8. Малышева Н.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений.— М:МГУЛ.2012.- 151с. http://istina.msu.ru/media/publications/book/cc7/17e/9010935/Posobie_DM_v_lesnom_hozyajstve.pdf
9. Малышева Н.В. Пособие по дешифрированию древесной растительности на сверхдетальных изображениях. — М.: ФГУП НТЦ «Информрегистр». Регистрационное свидетельство №35711, 2014. 40с. http://istina.msu.ru/media/publications/book/e1e/94e/7875616/Posobie_po_deshifrirovaniyu.pdf
10. Fundamentals of Remote Sensing http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geomatics/satellite-imagery-air-photos/satellite-imagery-products/educational-resources/9309

Перечень лицензионного программного обеспечения

Основные программы:

- (свободно распространяемые программы, например, MultiSpec (https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/), ILWIS (Integrated Land and Water Information System- http://52north.org/downloads/ilwis), QGIS, Scanex Image Processor
- ERDAS Imagine, или PCI Geomatica, или ENVI
- векторные редакторы для создания карт по снимкам Inkscape: Adobe Illustrator или CorelDraw.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Интернет-источники снимков:

- Каталог Геологической службы США (http://earthexplorer.usgs.gov),
- Геопортал Роскосмоса http://gptl.ru/
- Каталог Совзонда (http://www.sovzond.ru)

- Геопортал GoogleEarth https://www.google.com/earth/
- Геопортал Космоснимки (http://www.kosmosnimki.ru)

Сайты для самостоятельного изучения свойств оптических и радиолокационных снимков:

- Глобальные покрытия Sentinel 1, 2, Landsat-8: Descartes Maps https://maps.descarteslabs.com/

Сайты для самостоятельного изучения динамики по разновременным снимкам:

1. http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange
2. Программа ООН по защите окружающей среды http://na.unep.net/index.php
3. Веб-Атлас "Меняющаяся планета" http://na.unep.net/atlas/webatlas.php?id=25
4. Изменения на основе снимков Landsat Sentinel-2 https://livingatlas2.arcgis.com/eoexplorer/
5. Реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором, компьютерный класс для индивидуальной работы студентов

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс и преподаватель — ведущий научный сотрудник Е.А. Балдина

11. Разработчики программы:

Е.А. Балдина, ведущий научный сотрудник кафедры картографии и геоинформатики, к.г.н.
И.А. Лабутина, ведущий научный сотрудник, к.г.н.