

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
АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направления подготовки:
05.03.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль) ОПОП:
**Геохимия окружающей среды, Экологическая биогеография, Геоэкология и
физическая география мира, Рациональное природопользование**

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол №_21, дата 30.09.2023)

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 направлениям подготовки «Экология и природопользование», (*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

1. Место дисциплины в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения для направленности «Геохимия окружающей среды», дисциплиной по выбору для профилей «Экологическая биогеография», «Рациональное природопользование», «Геоэкология и физическая география мира».

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: требуются знания основ географии, физики и математики, топографии, владение информационными технологиями.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями
<p>ПК-7 (формируется частично) Способен использовать знания в области топографии и картографии, применять картографический и аэрокосмический методы в экологических исследованиях</p>	<p>ПК-7.1. Применяет аэрокосмические методы в экологических исследованиях</p>	<p>Знать физические основы дистанционного зондирования и основные технологии получения и обработки данных; материалы мирового фонда космических снимков и характеристики основных типов снимков; дешифровочные признаки объектов, существующие методические приемы дешифрирования и оценки надежности результатов. Уметь выбирать наиболее подходящие съемочные материалы, распознавать на снимках географические объекты по их дешифровочным признакам, оценивать надежность результатов дешифрирования; уметь найти и получить необходимые снимки через Интернет. Владеть навыками базовой компьютерной обработки материалов дистанционного зондирования; методическими приемами визуального и автоматизированного дешифрирования снимков; методами оценки пригодности снимков для решения конкретных тематических задач.</p>

4. Объем дисциплины 2 з.е., в том числе 39 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 33 академических часа 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, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	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	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Подготовка отчета по практической работе	Работа с литературой	Всего
Введение	2	1	-	-	-	1	-	1	1
Физические основы получения изображений земной поверхности	10	2	3	-	-	5	2	3	5
Виды и технологии наземной, аэро- и космической съемок	10	2	3	-	-	5	2	3	5
Основные параметры космической съемки земной поверхности	8	2	2			4	2	2	4
Фонд снимков	11	2	4			6	2	3	5
Компьютерная обработка снимков	11	2	4	-	-	6	3	2	5
Дешифрирование снимков	17	2	10	-	-	12	3	2	5
<i>Промежуточная аттестация: зачет</i>	3	<i>Зачет</i>					3		
Итого	72	39					33		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Введение

Термины и определения, цель и задачи курса. Основные этапы развития дистанционного зондирования. Основные направления использования современных материалов аэрокосмического зондирования в науках о Земле.

Физические основы получения изображений земной поверхности.

Спектр электромагнитных колебаний, особенности получения изображений в отдельных его диапазонах. Влияние атмосферы: экранирующее влияние облачности; поглощение лучей атмосферой и окна прозрачности; рассеивание лучей атмосферой. Искусственное освещение местности.

Виды и технологии наземной, аэро- и космической съемок. Современная съемочная аппаратура. Классификация съемочных методов и средств. Аэросъемка. Космическая съемка. Наземная съемка. Пассивные и активные съемочные методы.

Основные параметры космической съемки земной поверхности. Особенности орбит: форма, высота, наклонение, период обращения, положение относительно Солнца. Влияние прецессий орбит и других особенностей орбитальной съемки на свойства снимков Земли.

Фотографическая съемка: черно-белая, цветная, спектральная. Фонд фотографических снимков.

Сканерная съемка. Оптико-механический и оптико-электронный способ съемки. Архивный фонд сканерных снимков. Современные сканерные снимки. Уровни обработки и категории продуктов Landsat.

Микроволновая радиометрическая съемка. Основы радиолокационного зондирования.

Тепловая и гиперспектральная съёмка.

Основные параметры космической съемки земной поверхности. Особенности орбит: форма, высота, наклонение, период обращения, положение относительно Солнца. Влияние прецессий орбит и других особенностей орбитальной съемки на свойства снимков Земли.

Фонд снимков. Концепция единого мирового фонда космических снимков. Роль основных отечественных и зарубежных космических систем в формировании фонда снимков. Географическая оценка фонда космических снимков. Электронные фонды космических снимков.

Компьютерная обработка снимков. Особенности автоматизации обработки материалов аэрокосмического зондирования. Цифровой снимок. Типы и форматы цифровых данных. Программные средства обработки цифровых изображений. Радиометрическая коррекция. Преобразование контрастности снимков. Синтезирование цветных изображений. Синергизм снимков. Индексные изображения.

Дешифрирование снимков. Основные термины, определения. Отражательные свойства объектов земной поверхности. Визуальное дешифрирование. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Полевое (наземное, аэровизуальное) дешифрирование. Камеральное дешифрирование. Технологические схемы: подготовительный этап, варианты сочетания полевого и камерального дешифрирования.

Автоматизированное дешифрирование. Контролируемая и неконтролируемая классификация. Сравнительный анализ визуального и автоматизированного дешифрирования. Надежность результатов дешифрирования.

Содержание семинаров

Семинар 1. Цифровой снимок (6 часов).

Задачи: *изучить* основные характеристики цифрового снимка, *получить базовые навыки* работы в программном обеспечении; *получить представление* о сущности и назначении геопорталов данных дистанционного зондирования, *изучить* общую структуру геопортала и технологическую схему работы на конкретном примере, *получить навыки* поиска и отбора изображений по заданным координатам и участкам, *изучить* способы скачивания данных дистанционного зондирования и их подготовки к дальнейшей работе.

Усваиваемые понятия: аэрокосмические методы: сущность, классификация съемочных методов. Определение снимка. Спектр ЭМК, его деление на диапазоны. Интегральная яркость, спектральная яркость, влияние освещенности. Цифровой снимок, понятие пиксела, координаты цифрового снимка. Разрешение снимка: пространственное, спектральное, радиометрическое.

Приобретаемые навыки: загрузка данных; яркостные преобразования снимков; изучение яркостных особенностей объектов снимка в отдельных каналах; синтез цветного изображения в естественной цветопередаче и псевдоцветах; создание фрагмента изображения; измерение расстояний, площадей и углов; сохранение и закрытие изображений.

Семинар 2. Визуальное дешифрирование (6 часов).

Задачи: *изучить* дешифровочные признаки, их классификацию, *получить навыки* визуального дешифрирования и создания схем дешифрирования в векторном формате.

Усваиваемые понятия: сущность дешифрирования. Дешифровочные признаки: прямые (геометрические, яркостные, структурные) и косвенные. Технологическая схема визуального дешифрирования.

Приобретаемые навыки: визуальное дешифрирование снимка с помощью дешифровочных признаков; работа с векторными слоями: создание нового слоя; создание и редактирование векторных объектов; внесение атрибутивной информации векторных объектов. Создание схемы дешифрирования фрагмента снимка.

Семинар 3. Преобразование снимков (4 часа).

Задачи: *изучить* методы преобразования снимков в целях оптимизации визуального дешифрирования, распространенные виды производных изображений, *получить навыки* построения и анализа производных изображений.

Усваиваемые понятия: сущность и назначение преобразований снимков, способы преобразований, методы улучшения пространственного разрешения снимков, производные изображения, основные их виды, вегетационный индекс, нормализованный вегетационный индекс.

Приобретаемые навыки: синтез голубого и зеленого каналов (Natural Colors); построение изображения вегетационного индекса (VI); построение изображения нормализованного вегетационного индекса (NDVI); слияние панхроматического и зонального снимков (Fusion).

Семинар 4. Автоматизированное дешифрирование (4 часа).

Задачи: *изучить* методы автоматизированного дешифрирования, *получить навыки* проведения контролируемой и неконтролируемой классификации.

Усваиваемые понятия: методы автоматизированного дешифрирования, неконтролируемая классификация изображений (без обучения), самоорганизующийся способ кластеризации Isodata, контролируемая классификация, создание обучающей выборки.

Приобретаемые навыки: кластеризация изображений с помощью самоорганизующегося способа кластеризации Isodata, k-means, выделение разного числа классов.

Семинар 5. Параметры орбит ИСЗ (2 часа).

Задачи: *получить представление* о влиянии параметров орбит искусственных спутников Земли на формирование фонда данных дистанционного зондирования.

Усваиваемые понятия: основные группы ресурсных спутников; классификация орбит ИСЗ по форме, наклонению, периоду обращения.

Приобретаемые навыки: определение пространственного охвата съемкой со спутников с разными параметрами орбит; выделение групп решаемых задач для изображений, полученных с разных орбит.

Семинар 6. Фонд данных дистанционного зондирования (2 часа).

Задачи: *получить представление* о современном фонде данных дистанционного зондирования.

Усваиваемые понятия: Основные типы космических снимков; соотношение пространственного, спектрального и временного разрешений снимков.

Приобретаемые навыки: выделение групп решаемых задач для изображений, полученных на основе разных технологий, разного спектрального и пространственного разрешения.

Семинар 7. Радиолокационный снимок. Анализ дешифровочных свойств (2 часа).

Задачи: *изучить* дешифровочные свойства радиолокационных изображений, *сравнить* изображение природных и антропогенных объектов на радиолокационных изображениях и снимках оптического диапазона.

Приобретаемые навыки: базовые навыки работы с радиолокационными изображениям, оценка пространственного разрешения радиолокационного изображения по минимально различимым объектам земной поверхности.

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

Текущая аттестация №1. Компьютерное тестирование

Примерный вариант теста

1. Какой из указанных диапазонов относится к ближней инфракрасной части спектра: а) 0,25-0,36 мкм; б) 1,38-1,75 мкм; в) 0,52-0,56 мкм; г) 0,89-0,95 мкм.
2. Расставьте участки спектра по убыванию длины волны: а) тепловой инфракрасный, б) видимый, в) ближний инфракрасный, г) радиоволновой, д) средний инфракрасный.
3. Активные съемочные методы – это: а) регистрация отраженного искусственного излучения, б) регистрация отраженного солнечного излучения, в) получение изображения путем оптико-электронных преобразований.
4. Выберите из списка пассивные съемочные методы: а) фотографическая съемка, б) оптико-электронное сканирование, в) оптико-механическое сканирование, г) радиолокационная съемка.
5. Выберите из списка съемочные системы спутника LANDSAT-7: а) HRG; б) TIRS; в) ETM+; г) OLI; д) Vegetation; е) MSI.
6. Верно ли, что обычно в геопорталах ДДЗ можно подбирать снимки по следующим параметрам: дата съемки, наличие облачности, пространственное и спектральное разрешение (да или нет).
7. Для какого спутника панхроматические и многозональные изображения попадают в один класс по пространственному разрешению? а) Ikonos; б) LANDSAT-7; в) SPOT-5; г) IRS.

Текущая аттестация №2. Отчеты по практическим работам. Отчет по практической работе включает выполнение студентом работы по теме семинара и при необходимости исправление замечаний.

Промежуточная аттестация

Зачет комбинированный, состоит из 2-х частей:

- компьютерное тестирование по теоретическому материалу (тест из 50 вопросов с ограничением по времени 50-60 минут);
- решение практической задачи по темам семинаров с ограничением по времени 20-30 минут.

«Зачет» выставляется при преодолении обучающимся минимальных требований по каждой из частей.

При отсутствии у обучающегося отчета по одной или нескольким практическим работам на зачете студенту предоставляется возможность выполнить весь объем учебной работы до начала процедуры тестирования в пределах нормативного времени, отведенного на прием устного зачета (до 20 минут на одного обучающегося). При невыполнении указанного условия, учебный план считается невыполненным, обучающемуся выставляется оценка «незачет».

Примерный перечень тем к зачету

1. Физические основы дистанционного зондирования.
2. Длины волн спектра электромагнитных колебаний, используемых при аэро- и космических съемках. Ограничения при использовании видимой и инфракрасной области спектра при аэро- и космических съемках.
3. Классификация съемочных методов и средств.
4. Параметры орбит ИСЗ. Долготное смещение трассы полета. Маршруты космических съемок.
5. Геостационарные и геосинхронные орбиты.
6. Влияние прецессий орбиты на условия освещенности при фотографировании Земли из космоса: солнечносинхронные орбиты.
7. Черно-белая, цветная и спектральная фотосъемка.
8. Многозональная съемка.
9. Гиперспектральная съемка.
10. Принцип радиолокационной съемки.
11. Суть лазерного сканирования.
12. Яркостные преобразования цифровых снимков. Синтез цветного изображения.
13. Синергизм снимков.
14. Производные изображения. Популярные индексные изображения.
15. Технологическая схема дешифрирования.
16. Дешифровочные признаки.
17. Визуальное дешифрирование.
18. Методы автоматизированного дешифрирования.
19. Надежность результатов дешифрирования.
20. Фонд снимков в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне.
21. Снимки с метеорологических спутников.
22. Фонд снимков в тепловом инфракрасном диапазоне.
23. Фонд радиолокационных снимков.
24. Снимки сверхвысокого разрешения.
25. Глобальное оперативное картографирование по дистанционным данным. Карты вегетационного индекса, концентрации фитопланктона, состояния озонового слоя. Аэрокосмические методы в исследовании глобальных экологических проблем.

Примерный вариант теста

- 1) Какой из указанных диапазонов относится к видимой части спектра:
а) *0,25-0,36 мкм*; б) *1,38-1,75 мкм*; в) *0,52-0,56 мкм*; г) *0,89-0,95 мкм*.
- 2) Расставьте участки спектра по возрастанию длины волны:
а) *тепловой инфракрасный*
б) *видимый*
в) *ближний инфракрасный*
г) *радиоволновой*
д) *средний инфракрасный*
- 3) Ограничение по атмосферным условиям не действует для:
а) *всех видов съемок*
б) *фотографической и сканерной съемки*
в) *радиолокационной съемки*
г) *оптико-механического и оптико-электронного сканирования*
- 4) Пассивные съемочные методы – это:
а) *регистрация отраженного искусственного излучения*
б) *регистрация отраженного солнечного излучения*
в) *получение изображения путем оптико-электронных преобразований*
- 5) Выберите из списка активные съемочные методы:
а) *фотографическая съемка*
б) *оптико-электронное сканирование*
в) *оптико-механическое сканирование*
г) *радиолокационная съемка*
- 6) Выберите из списка съемочные системы спутника SPOT-5:
а) *HRG*; б) *HRS*; в) *ETM+*; г) *OLI*; д) *Vegetation*; е) *MSI*.
- 7) Многозональный снимок, полученный со спутника Ikonos, охватывает диапазоны:
а) *синий*
б) *зеленый*
в) *ближний инфракрасный*

г) *красный*

д) *средний инфракрасный*

8) К какому классу относится снимок с пространственным разрешением 300 м?

а) *очень высокое*

б) *собственно высокое*

в) *низкое*

г) *среднее*

д) *сверхвысокое*

9) К какому классу относится снимок с пространственным разрешением 0,8 м?

а) *очень высокое*

б) *собственно высокое*

в) *низкое*

г) *среднее*

д) *сверхвысокое*

10) К какой группе относится дешифровочный признак «форма»?

а) *прямые геометрические*

б) *косвенные*

в) *прямые структурные*

г) *прямые яркостные*

11) Анализ изображения по совокупности дешифровочных признаков - одно из достоинств ... дешифрирования.

а) *визуального; б) автоматизированного.*

12) Для кривой спектральной яркости зеленой растительности характерно:

а) *минимум в красном диапазоне*

б) *примерно одинаковые значения в зеленом, красном и БИК диапазонах*

в) *максимум в БИК диапазоне*

г) *максимум в синем диапазоне*

д) *минимум в БИК диапазоне*

13) Формирование обучающей выборки - один из этапов ...

а) *преобразования Брови*

- б) контролируемой классификации*
 - в) расчета NDVI*
 - г) неконтролируемой классификации*
- 14) Преобразование Брови используется для:
- а) расчета вегетационного индекса*
 - б) синтеза голубого канала*
 - в) синтеза красного канала*
 - г) слияния панхроматического и многозонального изображений*
 - д) привязки космических снимков, полученных оптико-электронным сканированием*
- 15) Укажите минимальное количество опорных точек в случае полиномиального преобразования снимка 2 степени.
- 16) Для какого спутника панхроматические и многозональные изображения попадают в один класс по пространственному разрешению?
- а) Ikonos; б) LANDSAT-7; в) SPOT-5; г) IRS.*
- 17) Укажите параметры орбит ИСЗ, которые влияют на охват снимаемой территории:
- а) высота*
 - б) форма*
 - в) период обращения*
 - г) наклонение*
- 18) Как называется орбита, у которой перигей равен 692 км, а апогей 695 км?
- 19) Укажите высоту геостационарной орбиты (в км)
- 20) Орбита с наклонением 90 градусов называется:
- а) прямой экваториальной*
 - б) прямой наклонной*
 - в) полярной*
 - г) обратной наклонной*
- 21) Выберите высоты орбит ИСЗ, которыми характеризуется большинство ресурсных спутников:
- а) 150-300 км; б) 600-900 км; в) 1500-2000 км; г) 35800-36000 км.*
- 22) Выберите наклонение орбит ИСЗ, которым характеризуется большинство ресурсных спутников:
- а) 0°; б) 90°; в) 98°; г) 54°*
- 23) Как называется индекс, рассчитываемый по формуле: $(\text{БИК}-K)/(\text{БИК}+K)$?

- 24) Выберите диапазон значений NDVI, характерных для водных объектов:
а) $-0,45 - -0,35$; б) $-0,05 - 0,15$; в) $0,15 - 0,35$; г) $0,55 - 0,75$
- 25) Выберите снимок, которым наилучшим образом подходит для дешифрирования растительности на основе индексных изображений:
а) панхроматический Ikonos
б) многозональный LANDSAT-7
а) панхроматический LANDSAT-7
б) многозональный Ikonos
- 26) Верно ли, что можно составить схему дешифрирования динамики лесов по космическим снимкам за последние 75 лет? (да или нет)
- 27) Верно ли, что в архиве Геопортала МГУ снимки распределены равномерно по всей территории Российской Федерации? (да или нет)
- 28) Верно ли, что обычно в геопорталах ДДЗ можно подбирать снимки по следующим параметрам: дата съемки, наличие облачности, пространственное и спектральное разрешение (да или нет)
- 29) Выберите причину ограничения применения снимков Ikonos для географических исследований регионального уровня:
а) необходимость приобретения программного обеспечения для обработки радиолокационных изображений
б) небольшой пространственный охват
в) недостаточно высокое пространственное разрешение
г) отсутствие многозональной съемки
- 30) Выберите причину ограничения применения снимков LANDSAT-7 для географических исследований локального уровня:
а) необходимость приобретения программного обеспечения для обработки радиолокационных изображений
б) небольшой пространственный охват
в) недостаточно высокое пространственное разрешение
г) отсутствие многозональной съемки

Примерные задания для решения практических задач

Вариант 1. Вырежьте фрагмент изображения для синтеза цветного изображения в стандартных псевдоцветах на территорию Сатинского полигона (размер произвольный). Создайте векторный слой со следующей структурой атрибутивной таблицы: поле1 – (категория объекта), поле2 – (среднее значение индекса NDVI). С помощью визуального дешифрирования занесите в слой 5 объектов с разными значениями индекса. Заполните таблицу атрибутов.

Вариант 2. Проведите синтез необходимых каналов для натуральной цветопередачи. Загрузите векторный файл с контуром. Вырежьте фрагмент изображения по контуру для синтеза цветного изображения в натуральной цветопередаче. Создайте векторный слой со

следующей структурой атрибутивной таблицы: поле1 – (название объекта), поле2 – (площадь объекта). С помощью визуального дешифрирования занесите в слой 3 контура площадных объектов гидрографии. Заполните таблицу атрибутов.

Вариант 3. Проведите автоматизированное дешифрирование с целью выделения береговой линии озера Байкал. Создайте векторный слой Lake и векторизуйте только контур озера.

Шкала и критерии оценивания

РО и соответствующие виды оценочных средств	Оценка	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: тестирование)		Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: практическое задание)		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: практическое задание)		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

8. Ресурсное обеспечение:

а) Основная рекомендуемая литература

Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: изд. центр «Академия», 2011. – 416 с.

б) дополнительная литература:

Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. – М.: Мир, 1988. – 349 с.

Новаковский Б.А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли: картографо-фотограмметрическое моделирование. – М.: изд-во Моск. ун-та, 1997. – 205 с.

Рис. У.Г. Основы дистанционного зондирования. Второе издание. – М.: Техносфера, 2006.

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>

Использование космических снимков в тепловом ИК диапазоне для географических исследований
http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/materials/heat_img/start.htm

Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. Учебное пособие. - М.: Научный мир, 2003.

Савиных В.П., Малинников В.А., Сладкопечев С.А., Цыпина Э.М. География из космоса: Учебно-методическое пособие. – М.: изд-во МИИГАиК, 2000.

Дешифрирование многозональных аэрокосмических снимков. М.: Наука–Берлин: Академи Ферлаг. Т.1, 1982. Т.2, 1988

Космические методы геоэкологии / Под ред. В.И. Кравцовой. – М.: Географ.ф-т МГУ, 1998. – 108 л.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- Перечень лицензионного программного обеспечения

ScanEx Image Processor, ScanEx. Лицензионный продукт для обработки аэрокосмических материалов и оформления результатов;

QGIS версии не ниже 3.14, открытый ГИС-пакет;

Google Earth Pro;

Orbitron 3.7 свободно распространяемая программа для мониторинга искусственных спутников Земли.

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Каталог Геологической службы США (<http://earthexplorer.usgs.gov>)

Каталог-портал центров НАСА (<https://wist.echo.nasa.gov/~wist/api/imswelcome>)

Каталог данных Sentinel (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>)

Каталог снимков и онлайн-инструменты аналитики EOS (<https://eos.com/landviewer>)

Каталог Совзонда (<http://www.sovzond.ru>)

Генеральный каталог российского Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) (http://sun.ntsomz.ru/data_new)

Геопортал GoogleEarth (<http://www.googleearth.com>)

Геопортал Космоснимки (<http://www.kosmosnimki.ru>)

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- - справка по практическим заданиям https://iowq750.github.io/Remote_Sensing_Photogrammetry
- поисковая система научной информации www.scopus.com
- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором для проведения лекционных занятий. Учебная аудитория, оснащенная оборудованием для ведения компьютерных практикумов. Программы для обработки данных дистанционного зондирования. Банк цифровых снимков, пополняемый и обновляемый по мере появления материалов новых съемочных экспериментов.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Прасолова Анна Ивановна, доцент кафедры картографии и геоинформатики, преподаватели: доц. Е.А. Прохорова, доц. Н.И. Тульская, доц. Л.А. Ушакова, асс. М.В. Кусильман, снс М.Ю. Грищенко, н.с. П.Г. Илюшина.

11. Разработчик программы: Прасолова Анна Ивановна, доцент кафедры картографии и геоинформатики.