Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
филиал МГУ в г. Севастополе
факультет естественных наук
кафедра геоэкологии и природопользования

УТВЕРЖДЕНО
на 2023-2024 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 10 от «30» 08 2023 г.
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДЕНО
на 2022-2023 учебный год
Методическим советом Филиала
Протокол № 8 от «28» 06 2022 г.
Заместитель директора по учебной работе
Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Филиала МГУ в г.Севастополе
_____ О.А. Шпырко
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.02 «География»

Профиль ОПОП:
геоэкология

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры геоэкологии и природопользования
протокол № 10 от 10 июня 2021г.
Заведующая кафедрой
_____ (Е.И. Голубева)
(подпись)

Рабочая программа одобрена
Методическим советом
Филиала МГУ в г.Севастополе
Протокол № 8 от 31 августа 2021г.
_____ (С.А. Наличаева)
(подпись)

Севастополь, 2021

Рабочая программа разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.02 «География», утвержденным приказом МГУ от 30 декабря 2020 года № 1383.

Год приема на обучение – 2021, 2022г.

курс – 2

семестры – 4

зачетных единиц 3

академических часов 108, в т.ч.:

лекций – 26 часов

практических занятий – 26 часов

самостоятельных – 56 часов

Формы промежуточной аттестации:

зачет в 4 семестре

Форма итоговой аттестации:

нет

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина «Аэрокосмические методы исследований» входит в модуль «Методы географических исследований» блока общепрофессиональной подготовки базовой части ОПОП ВО по направлению «География».

Целью освоения дисциплины «Аэрокосмические методы в географических исследованиях» является всестороннее изучение аэрокосмических методов и их применения в широком спектре географических исследований.

Задачи курса:

– сформировать представление о фундаментальных принципах, лежащих в основе аэрокосмических исследований;
– сформировать представление о разнообразных способах и технических средствах, применяемых для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
– выработать практические навыки обработки аэрокосмических снимков, в т.ч с применением геоинформационных систем (ГИС), и составления тематических карт;
– дать представление о комплексоном применении результатов ДЗЗ в разнообразных географических исследованиях;
– сформировать представление о роли аэрокосмических исследований в процессе принятия решений, разработки программ устойчивого развития и преодоления региональных и глобальных кризисов.

Региональная специфика дисциплины заключается в акценте на использование данных ДЗЗ в географических исследованиях Крымского полуострова, в частности в ходе практических занятий.

2. Входные требования для освоения дисциплины.

Дисциплина «Аэрокосмические методы в географических исследованиях» входит в базовую часть профессионального цикла ОС МГУ по направлению подготовки 05.03.02 «География», модуль «Методы географических исследований». Логически и содержательно-методически данная дисциплина связана с базовыми курсами: «Физика», «Математика», «Ландшафтоведение», «Общее землеведение», «Картография» и другими географическими дисциплинами.

Продолжением курса «Аэрокосмические методы в географических исследованиях» является учебная полевая практика, входящая в базовую часть профессионального цикла ОС МГУ по направлению подготовки 021000 «География» (бакалавр), и курс «Геоинформационные системы».

3. Результаты обучения по дисциплине.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать:

– основные этапы становления аэрокосмических исследований;
– базовые принципы получения и обработки аэро- и космоснимков;
– ключевые характеристики носителей съемочной аппаратуры;
– принципы построения тематических карт по материалам аэро-космоснимков.

Уметь:

– применять базовые знания в научно-исследовательской, экспертно-аналитической и организационно-управленческой деятельности;
– выбирать аэрокосмические материалы и методы, соответствующие поставленным целям и задачам географических исследований;
– создавать тематические ГИС слои на основе обработанных снимков и подготавливать тематические карты на их основе;
– использовать учебную и научную литературу по дисциплине для подготовки сообщения, доклада, реферата по избранной теме.

Владеть:

- общепрофессиональными знаниями теории и методов аэрокосмических исследований; способностью понимать, анализировать и излагать базовую информацию.

Иметь опыт:

- поиска и выборки данных ДЗЗ определенной тематической направленности в открытых сетевых хранилищах и сети интернет;
- обработки аэро- и комоснимков с применением соответствующего программного обеспечения и построения тематических карт на основе обработки снимков.

4. Формат обучения: контактный, дистанционный с использованием Портала дистанционной поддержки образовательного процесса Филиала (https://distant.sev.msu.ru/)

5. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 52 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (аудиторная нагрузка), 56 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

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

6.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование разделов и тем дисциплины, **Форма промежуточной аттестации по дисциплине**	**Номинальные трудозатраты обучающегося**			**Всего академических часов**	**Форма текущего контроля успеваемости** (наименование)
	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, академические часы		**Самостоятельная работа обучающегося, академические часы**		
	Занятия лекционного типа*	Занятия семинарского типа*			
Введение. Предмет аэро- и космических съемок. Физические основы и технические средства получения изображений земной поверхности.	4		6	10	
Пассивные, активные, прямые и косвенные съемочные методы и средства ДЗЗ.	4	2	6	12	Опрос
Космические снимки и картографирование. Разрешающая способность орбитальных фотоснимков. Сочетание свойств космического фотоснимка и	4	8	11	23	Пилотный проект, тематические карты

карты. Сканерные изображения.					
Орбитальное движение носителя съемочной аппаратуры.	4	2	6	12	Опрос
Аналитические и технологические принципы автоматизированного получения тематических карт по материалам сканерных съемок.	4	8	11	23	Тест
Цифровые модели рельефа: автоматизированное получение по материалам дистанционных съемок и их использование при решении географических задач.	6	6	11	22	Тематические ГИС слои
Промежуточная аттестация *(устный зачет)*			6	6	
Итого	*26*	*26*	*56*	**108**	

6.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
	Введение. Предмет аэро- и космических съемок. Физические основы и технические средства получения изображений земной поверхности.	Суть дистанционного зондирования. Особенности использования спектра электромагнитных колебаний при аэро- и космических съемках. Характеристика носителей съемочной аппаратуры. Воздушные шары, планеры, радиоуправляемые мини-модели, вертолеты, самолеты. Космические летательные аппараты (КЛА): искусственные спутники Земли (ИСЗ), космические корабли (КК), пилотируемые космические корабли (ПКК), орбитальные станции (ОС), долговременные орбитальные станции (ДОС), автоматические межпланетные станции (АМС). Особенности планирования аэро- и орбитальных съемочных маршрутов.
	Пассивные, активные, прямые и косвенные съемочные методы и средства ДЗЗ.	Особенности различных съемочных приборов и систем: фотографических, многозональных, телевизионных, фототелевизионных, сканерных, радиотепловых, радарных, лазерных. Сравнительная характеристика физических, геометрических, динамических, дешифровочных, картометрических, картографических свойств современных аэро- и космических фотоснимков (черно-белых, спектрозональных, цветных, многозональных, синтезированных, инфракрасных, ультрафиолетовых) и изображений (телевизионных, фототелевизионных, сканерных, радиолокационных).
	Космические снимки и	Разрешающая способность орбитальных фотоснимков. Прогнозирование средней разрешающей способности

	картографирование. Разрешающая способность орбитальных фотоснимков. Сочетание свойств космического фотоснимка и карты. Сканерные изображения.	системы объектив-фотоэмульсия. Влияние качества объектива фотосъемочной камеры, разрешающей способности фотографической эмульсии, контраста снимаемого ландшафта, состояния атмосферы, величины фотографического "смаза" изображения в момент экспозиции, качества фотолабораторной обработки и др. на фактическую разрешающую способность материалов орбитальных фотосъемок. Зависимость разрешения объектов на земной поверхности от величины разрешающей способности орбитальных фотоснимков: особенности дешифрирования. Сочетание свойств космического фотоснимка и карты. Снимок и карта — модели реальной географической действительности. Общие сопоставимые свойства: избирательность, масштаб, наглядность, геометрическое подобие объектам земной поверхности, территориально-географическое соответствие. Понятие о картографической и оптико-фотографической генерализации. Абстрактность, синтетичность и однозначность — основные различия космического фотоснимка и карты. Сканерные изображения. Принцип аналоговой и цифровой сканерных съемок. Разрешение сканерных изображений построчного линейного сканирования. Угол и скорость сканирования, высота сканерной съемки. Искажения сканерного изображения, особенности проекции, масштаб сканерной съемки, требования к путевой скорости носителя. Сущность цифровой многоканальной (многозональной) сканерной съемки. Особенности картометрии сканерных изображений среднего и высокого разрешений.
	Орбитальное движение носителя съемочной аппаратуры.	Параметры орбит КЛА: восходящий и нисходящий узлы, линия узлов, долгота узла, наклонение орбиты, период обращения КЛА. Основные типы орбит: круговая, эллиптическая, экваториальная, полярная, геосинхронная. Трассы съемочных полетов. Подспутниковые точки. Долготное смещение трассы полета. Точки вертекса. Маршруты космических съемок. Продольное перекрытие космических фотоснимков. Интервал между последующими экспозициями. Геометрические особенности орбитальной стереопары. Прецессии орбиты. Условия освещенности при фотографировании Земли из космоса. Солнечносинхронные орбиты.
	Аналитические и технологические принципы автоматизированного получения тематических карт по материалам сканерных съемок.	Математическая модель векторного преобразования результатов тематической интерпретации сканерных изображений в карту. Уравнения и алгоритмы ортогональной, аффинной, проективной и полиномиальной трансформации. Преимущества использования матрицы проективных преобразований. Выбор опорных объектов в целях аналитической трансформации. Цифрование результатов и логико-математическая обработка цифровых данных. Особенности использования необходимых пакетов программ и

		геоинформационных
	Цифровые модели рельефа: автоматизированное получение по материалам дистанционных съемок и их использование при решении географических задач.	Данные и информация. Переход от тематической картографической информации к цифровым данным. Базы данных, их модели, системы управления базами данных. Цифровые модели рельефа (ЦМР) реальных и абстрактных геополей. Понятие о цифровых, электронных и компьютерных картах. Использование цифровых моделей "рельефа" в геоэкологических исследованиях.

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

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

Пример заданий для контрольных тестов

Вариант № 1

Тестовые вопросы по разделам: Аэрокосмические методы в географических исследованиях. Основные принципы и понятия. История развития.
5 вопросов, время 15 минут.
1. Дайте определение терминам «Аэрокосмические методы» и «Аэрокосмический снимок» (3 балла)
2. Какие три уровня можно выделить в предварительной обработке космоснимков (2 балла)
3. В чем заключается отличие двух основных методов получения геопространственной информации: Дешифрирования и Фотограмметрической обработки (2 балла)
4. Опишите кратко процесс визуального и компьютерного дешифрирования снимка (5 баллов)
5. Приведите пример: какую информацию можно получить при применении (3 балла)
Скатеррометра
Радиовысотометра
Лазерного альтиметра
Лидара
Магнитометра
6 Назовите ключевые тренды в сфере аэрокосимических в первом десятилетии 21 века. (3 балла)

Вариант № 2

1. Приведите конкретные примеры решения географических задач с применением снимков отечественных и зарубежных метеоспутников (Метеор, NOAA, GOES) (5 баллов)
2. Сравните возможности применения снимков спутников SPOT, IRS, и Ikonos/QuickBird/WorldView/GeoEye (5 баллов)
3. Какие объекты/явления на Земной поверхности и в атмосфере возможно изучать с помощью снимков в тепловом диапазоне (5 баллов)
4. Приведите пример использования снимка ASTER или AQUA съемочной системы Terra в сфере Ваших научных интересов. Попробуйте найти снимок, максимально отвечающий Вашему примеру, в поисковой системе или на гео-портале. (7 баллов)

5. Приведите пример и опишите принцип использования радиолокационных снимков (на примере спутника Radarsat) (3 балла)

Задание индивидуальное для каждого (объекты или явления не могут повторяться).

1. Выберите собственный объект географических исследований в области геоэкологии или океанологии (локального, регионального или глобального масштаба), в изучении которого Вы, как исследователь, можете рекомендовать применить аэрокосмические методы.
2. Определите Цель и Задачи (3-4) применения аэрокосмических методов в Вашем исследовании.
3. Опишите алгоритм (последовательность) Ваших действий при выборе материалов аэро/космосъемки и их дальнейшем поиске.
4. Обоснуйте Ваш выбор космических или аэроснимков с учетом особенностей Вашего объекта исследований (размерность объекта или явления, возможная динамика, специфика, особенности, требующие применения комплексных снимков, или снимков в определённом диапазоне: видимом, тепловом, радио- и т.д.), опираясь на Рис. 5.5 и Рис. 5.6, и Табл. 5.6 и слайд алгоритма поиска космоснимков из лекционного материала прошлой лекции.
5. Постройте концептуальную модель достижения Цели Вашего исследования путем решения поставленных Задач.
6. Подкрепите ваши аргументы ссылками на интеренет-ресурсы (используя информацию раздела 5.5) получения аэрокосмоснимков (сайты спутниковых систем, аэрокосмических и иных ресурсных агентств, гео-порталы, и т.д. с обязательными примерами снимков или их quicklook).

Перечень практических занятий

1. Дешифрирование многозональных космических фотоснимков с использованием коэффициентов спектральной яркости и эталонов дешифрирования.
2. Географическая привязка (аналитическая и описательная) аэро- и космических фотоснимков и изображений земной поверхности. Работа с аэро- и космическими снимками, картами и атласами.
3. Определение масштаба аэро- и космических снимков. Автоматизированное определение площадей отдешифрированных территориальных объектов и природных образований.
4. Автоматизированная обработка, построение цифровой модели рельефа и производных карт.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Список вопросов к зачету:

5. Определение и суть дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Предмет аэро- и космических съемок.
6. Основные исторические этапы развития аэрокосмических съемок (исторический экскурс).
7. Электро-магнитное излучение и его свойства применительно к сфере ДЗЗ.
8. Особенности использования спектра электромагнитных колебаний при аэро- и космических съемках.
9. Диапазоны электро-магнитного излучения. «Окна прозрачности».
10. Влияние атмосферы на электро-магнитное излучение: эффекты рассеяния (закон Рэлея) и поглощения.
11. Освещенность земной поверхности. Влияние облачности на освещенность.
12. Принципы классификации данных ДЗЗ.

13. Основные отличия аэросъемки.
14. Основные отличия космосъёмки.
15. Основные параметры съемки спутниками Landsat.
16. Классификация снимков по масштабу и пространственному разрешению.
17. Классификация снимков по диапазону регистрируемого излучения.
18. Особенности съемки в тепловом инфракрасном диапазоне.
19. Особенности съемки в радиодиапазоне. Радиолакационная съемка.
20. Основные технологические способы получения снимков.
21. Спектральная отражательная способность.
22. Понятие коэффицентов интегральной и спектральной яркости.
23. Принцип спектрометрирования.
24. Спектральные особенности разных типов покровов земной поверхности: горные породы, почвы, растительность.
25. Особенности кривых спектральной яркости растений.
26. Особенности растительного покрова на материалах ДЗЗ.
27. Особенности водных объектов на материалах ДЗЗ.
28. Особенности снега и облачности на материалах ДЗЗ.
29. Общая характеристика носителей съемочной аппаратуры (радиоуправляемые мини-модели, вертолеты, самолеты, космические летательные аппараты (КЛА): искусственные спутники Земли (ИСЗ), космические корабли (КК).
30. Особенности планирования аэро- и орбитальных съемочных маршрутов.
31. Особенности различных съемочных приборов и систем: фотографических, многозональных, сканерных, радиотепловых, радарных, лазерных.
32. Сочетание свойств космического фотоснимка и карты как моделей реальной географической действительности.
33. Сканерные изображения. Сущность цифровой многоканальной (многозональной) сканерной съемки.
34. Орбитальное движение носителя съемочной аппаратуры. Параметры орбит КЛА: восходящий и нисходящий узлы, линия узлов, долгота узла, наклонение орбиты, период обращения КЛА. Основные типы орбит: круговая, эллиптическая, параболическая; экваториальная, околополярная, геосинхронная.
35. Трассы съемочных полетов. Подспутниковые точки. Долготное смещение трассы полета. Точки вертекса. Продольное перекрытие космических фотоснимков.
36. Модель векторного преобразования результатов тематической интерпретации материалов ДЗЗ в карту.
37. Извлечение из сканерных изображений необходимых тематических данных и их географическая интерпретация. Выбор опорных объектов.
38. Особенности использования необходимых пакетов программ и геоинформационных технологий в ДЗЗ.
39. Переход от тематической картографической информации к цифровым данным. Базы данных, сущность геоинформационных систем.
40. Синтезированные аэро- или космические изображения, производные карты рельефа земной поверхности.
41. Использование цифровых моделей рельефа в геоэкологических исследованиях.

для зачета

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка / РО и соответствующие виды оценочных средств	Не зачтено	Зачтено		
Знания *(виды оценочных средств:*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные	Сформированные систематические

устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты, и т.п.)			знания	знания
Умения *(виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему и т.п.)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет по практике, отчет по НИР и т.п.)*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной литературы

- а) основная литература:
- Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: Учебник/ Ю.Ф. Книжников, Ю.Ф. Кравцова, О.В. Тутубалина. - М.: Academia, 2011. - 412 с.
- Брюханов А.В. Аэрокосмические методы в географических исследованиях / А.В. Брюханов; А.В., Г.В. Господинов, Ю.Ф. Книжников. - М.: МГУ, 1982. - 231 с.
- География из космоса/ В.П. Савиных, В.А. Малинников, Э.М. Цыпина, С.А. Сладкопевцев. - М.: МГУ, 2000. - 223 с.
- б) дополнительная литература:
- Жуков В.Т. Компьютерное геоэкологическое картографирование: Моногр. / В.Т. Жуков, Б.А. Новаковский, А.Н. Чумаченко. - М.: Науч. мир, 1999. - 84 с.
- Картоведение: Учебник для вузов / Ред. А.М. Берлянт; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. - М.: Аспект Пресс, 2003. - 477 с.
- Беручашвили Н.Л. Методы комплексных физико-географических исследований: Учеб. для вузов / Н.Л. Беручашвили, В.К. Жучкова. - М.: МГУ, 1997. - 319 с.
- Берлянт А.М. Картография и телекоммуникация (аналитический обзор) / А.М. Берлянт. - М.: МГУ, 1998. - 73 с.
- Смалев, В. И. Геодезия с основами картографии и картографического черчения: учебное пособие для вузов / В. И. Смалев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 189 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17751-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/533667 (дата обращения: 16.09.2023).
- Емельянова, Л. Г. Биогеографическое картографирование: учебное пособие для вузов / Л. Г. Емельянова, Г. Н. Огуреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 108 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07320-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/513260 (дата обращения: 16.09.2023).

Перечень лицензионного программного обеспечения

- Microsoft Office
- ArcGIS 9x-10x;
- ГИС QGIS v 3.6 с модулем Semi-automatic classification
- ГИС GRASS GIS v 7.6.0

- ERDAS IMAGINE
- SAS Planet

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Геопортал Космоснимки: http://www.kosmosnimki.ru
- Генеральный каталог российского Научного центра оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ): http://sun.ntsomz.ru
- Каталог Совзонда: http://www.sovzond.ru
- Каталог Геологической службы США: http://earthexplorer.usgs.gov
- Каталог-портал центров НАСА: https://wist.echo. nasa.gov/~wist/api/imswelcome/
- Геопортал GoogleEarth http://www.googleearth.com

Описание материально-технического обеспечения.

Освоение дисциплины предполагает использование учебной аудитории для проведения лекционных занятий с необходимыми техническими средствами (компьютер, проектор, экран, демонстрационная доска) и использование компьютерного класса с установленным программным обеспечением для работы с космическими снимками.

9. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в общей характеристике ОПОП.

10. Язык преподавания – русский.

11. Преподаватели: Заслуженный профессор МГУ, д.г.н. Тикунов В.С., старший преподаватель кафедры геоэкологии и природопользования Филиала МГУ в г. Севастополе Новиков А.А.

12. Авторы программы: Заслуженный профессор МГУ, д.г.н. Тикунов В.С.**, с**тарший преподаватель кафедры геоэкологии и природопользования Филиала МГУ в г. Севастополе Новиков А.А.