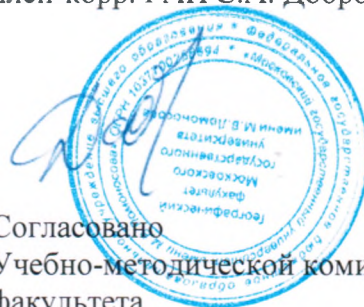


Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет

«Утверждено»

Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 14 » марта 2019 г.

протокол № 5
[Handwritten signature]

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Компьютерные технологии в геоэкологии»

по направлению подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование»
уровня высшего образования магистратура
с присвоением квалификации «магистр»

Направленность (профиль):

Геоэкология и физическая география мира

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки "Экология и природопользование" (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель: познакомить студентов с решением задач по дешифрированию космических снимков разного спектрального диапазона и разного пространственного разрешения, а также по использованию растровых и векторных пространственных данных для геоэкологических исследований и составления карт геоэкологической тематики с использованием современного геоинформационного программного обеспечения.

Задачи:

- освоить приёмы обработки космических снимков для составления тематических карт геоэкологической тематики с использованием геоинформационного программного обеспечения;
- получить навыки систематизации общегеографической и тематической информации, полученной при дешифрировании космических снимков;
- изучить методы применения космических снимков и геоинформационных программных пакетов при обработке данных полевых обследований;
- освоить методы подготовки растровых и векторных пространственных данных для обработки с целью создания тематических карт;
- получить навыки оценки и отбора космических снимков, соответствующих конкретным задачам тематического картографирования.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Данная дисциплина относится к вариативной части ООП магистратуры, профиль "Геоэкология и физическая география мира", входит в модуль «Актуальные проблемы геоэкологии». Дисциплина обязательная, читается на 1 курсе в 2 семестре.

Дисциплина позволяет получить знания о современных технологиях и способах автоматизированной обработки космических снимков разного пространственного разрешения и спектрального диапазона для составления карт геоэкологической тематики. Курс основан на знаниях картографии, информатики, аэрокосмических методов исследований, геоэкологического картографирования.

В результате освоения содержания курса студент должен быть компетентен в области использования современных геоинформационных и спутниковых технологий для изучения процессов и явлений в современных ландшафтах, испытывающих влияние хозяйственной деятельности. Студент должен знать современные технические, технологические и программные возможности сбора, анализа и визуализации пространственных и спутниковых данных для проведения геоэкологической оценки и картографирования территорий.

Освоение дисциплины «Компьютерные технологии в геоэкологии» необходимо в первую очередь для реализации научно-исследовательской работы студентов, так как данная дисциплина закладывает необходимые методические и технологические основы обработки пространственных данных геоэкологической тематики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
способность создавать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные	<i>Знать</i> возможности и условия использования космических снимков из открытых и коммерческих источников; различия в применении космических

количественные результаты (ОПК-1.М, формируется частично)	снимков разного пространственного разрешения при решении задач геоэкологического картографирования; приёмы использования космических снимков разного пространственного разрешения при полевом геоэкологическом картографировании; возможности применения современных космических технологий для целей геоэкологической оценки и картографирования территорий.
способность использовать современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче экологической информации и для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-2.М, формируется частично)	Уметь производить отбор космических снимков для решения задач геоэкологического картографирования; создавать географическую основу для геоэкологических карт по космическим снимкам разного пространственного разрешения; формулировать требования к информационному, техническому и программному обеспечению для решения тематических задач геоэкологических исследований; эффективно использовать возможности космических снимков в зависимости от масштаба и задач геоэкологических исследований, в том числе для планирования полевых геоэкологических обследований.
владение методами компьютерного и статистического анализа пространственных и количественных данных о состоянии ландшафтов и территориальных систем, технологиями экологического проектирования и территориального планирования для оптимизации антропогенной нагрузки на ландшафты (СПК-1.М, формируется частично)	Владеть навыками работы с архивами космических снимков; приёмами создания баз пространственных данных на основе дешифрирования космических снимков; методами полевого дешифрирования космических снимков разного пространственного разрешения; приёмами интеграции данных, полученных в ходе полевых обследований, в геоинформационную среду; методами визуального и автоматического дешифрирования космических снимков, а также способами их эффективного комбинирования.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, или 72 часа. Общая аудиторная нагрузка – 52 часа, в т.ч. семинары – 52 часа. Объем самостоятельной работы студентов – 20 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)		Формы текущего контроля успеваемости / Формы промежуточной аттестации
				Контактная работа		

				семинар	СРС	
1	Введение. Определение тем индивидуальных проектов	2	1	2	0	-
2	Раздел 1. Подготовка растровых и векторных пространственных данных	2	1-5	14	3	отчет по практическим работам
3	Раздел 2. Дешифрирование космических снимков разного пространственного разрешения	2	5-9	16	4	отчет по практическим работам
4	Раздел 3. Дешифрирование космических снимков разных спектральных диапазонов	2	10-13	16	3	отчет по практическим работам
5	Защита индивидуальных проектов	2	13	4	0	отчет по индивидуальным проектам
6	Промежуточная аттестация				10	Экзамен
7	Итого	2	13	52	20	

5. Содержание дисциплины

Введение. Обзор возможностей компьютерных технологий в области создания, анализа, интерпретации и визуализации данных геоэкологической тематики. Современные требования к информационному, техническому и программному обеспечению покомпонентных и комплексных геоэкологических исследований. Определение тем индивидуальных проектов студентов, связанных с темами их НИРС.

Раздел 1. Подготовка растровых и векторных пространственных данных

Источники космических снимков: EarthDATA, EarthExplorer, Космоснимки. Космические снимки низкого пространственного разрешения (тысячи метров): системы MODIS, AVHRR. Работа с архивом космических снимков EarthDATA. Космические снимки среднего (сотни метров) и высокого (десятки метров) пространственного разрешения. Съёмочные системы MSS, TM, ETM+, OLI, TIRS, ASTER. Программа космической съёмки Landsat. Программа космической съёмки Sentinel. Работа с архивом космических снимков EarthExplorer USGS. Космические снимки очень высокого (метры) и сверхвысокого (1 м и выше) разрешения. Условия их получения и использования.

Раздел 2. Дешифрирование космических снимков разного пространственного разрешения

Дешифрирование общегеографической и тематической информации по космическим снимкам сверхвысокого, очень высокого и высокого пространственного разрешения. Общегеографическая основа карт геоэкологической тематики. Реализация контролируемой и неконтролируемой классификации космических снимков в ArcGIS и других программных пакетах: различия и особенности. Создание и обработка многозональных снимков. Сочетание методов автоматизированного и визуального дешифрирования при извлечении тематической информации из космических снимков. Подготовка схем дешифрирования на различные территории. Применение космических снимков в полевых обследованиях. Проблема перехода от космического снимка к тематической карте. Выбора точек тематических описаний на местности. Техническое оснащение полевого дешифрирования космических снимков и полевого тематического картографирования. Методы полевого дешифрирования, их преимущества и недостатки при решении задач геоэкологического картографирования. Использование снимков разного пространственного разрешения при полевом дешифрировании.

Раздел 3. Дешифрирование космических снимков разных спектральных диапазонов

Спектральный диапазон. Съёмка в оптическом диапазоне. Съёмка в среднем инфракрасном диапазоне. Съёмка в тепловом диапазоне. Расчёт индексных изображений, их интерпретация и применение в геоэкологическом картографировании. Индексы растительности, водные, застройки и др. Регистрация интенсивности теплового излучения. Излучательная способность объектов земной поверхности. Методы расчёта температуры

земной поверхности по тепловым космическим снимкам. Радиометрическая коррекция, атмосферная коррекция, параметры атмосферы, необходимые для коррекции космических снимков. Дешифрирование объектов земной поверхности по тепловым космическим снимкам. Изменчивость интенсивности теплового излучения как дешифровочный признак. Съёмка в радиодиапазоне. Микроволновая съёмка, использование снимков, полученных этим способом. Радиолокационная съёмка. Различия спектральных диапазонов, в которых производится радиолокационная съёмка. Дешифрирование радиолокационных снимков. Амплитуда, фаза, поляризация. Применение радиолокационных снимков в географии. Использование данных радиолокационной альтиметрии для построения ЦМР. Комбинирование космических снимков разного спектрального диапазона в геоэкологических исследованиях.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа направлена на закрепление практических навыков дешифрирования космических снимков для составления карт геоэкологической тематики, приобретаемых в результате аудиторных лекционных и практических занятий, а также на расширение использования этих навыков в геоэкологических исследованиях, определяющихся сферой научных интересов каждого студента. В связи с этим в начале курса студент обсуждает с преподавателем структуру и содержание индивидуального исследовательского проекта, выполнение которого предусматривает самостоятельный подбор космических снимков и тематических пространственных данных по территории и тематике исследования, их автоматизированную обработку и методы визуализации полученных результатов. Работа по индивидуальному проекту заканчивается его защитой.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущая аттестация проводится в форме защиты практических работ (см. п. 5).

По разделу 1 студенты защищают работы 1-2.

По разделу 2 студенты защищают работы 3-6.

По разделу 3 студенты защищают работы 7-11.

Перечень практических работ

1. Дешифрирование городской территории по космическим снимкам сверхвысокого пространственного разрешения. Составление карты по результатам дешифрирования. Исходные материалы: контур картографируемой территории (города стран СНГ, у каждого студента - свой). Задачи: получить космический снимок подходящей детальности, провести визуальное дешифрирование для составления общегеографической карты масштаба 1:10 000, провести проверку топологических отношений объектов, составить общегеографическую карту масштаба 1:10 000. Результат: общегеографическая карта масштаба 1:10 000 на территорию, ограниченную заданным контуром. Работа в программном пакете ArcGIS.

2. Привязка топографических карт по космическим снимкам и по контрольным точкам. Исходные данные: листы топографических карт масштаба 1:100 000 без пространственной привязки. Задачи: найти территорию, отображённую на карте, на космических снимках; провести привязку топографических карт по космическим снимкам и по контрольным точкам; сравнить разные методы трансформирования, выбрать наиболее подходящий; оценить точность привязки; составить мозаику из листов топографической карты. Результат: мозаика листов топографической карты масштаба 1:100 000. Работа в программном пакете ArcGIS.

3. Классификация многозональных снимков. Космические снимки высокого пространственного разрешения (со спутников серии Landsat). Исходные материалы: многозональные космические снимки со спутников серии Landsat. Задачи: создать

многозональные файлы; провести их контролируемую и неконтролируемую классификацию; сравнить реализацию методов контролируемой и неконтролируемой классификации в ArcGIS и других программных пакетах; оформить схему дешифрирования. Результат: схема дешифрирования фрагмента исходного снимка. Работа в программных пакетах ArcGIS, MultiSpec, ERDAS Imagine.

4. Дешифрирование космических снимков высокого пространственного разрешения. Исходные материалы: космические снимки со спутника Landsat 8 на территорию, которую студент изучает в рамках своей научно-исследовательской работы. Задачи: провести предварительную обработку снимков; составить многозональные снимки; провести визуальное и автоматизированное дешифрирование снимков; составить тематическую карту на основе дешифрирования снимков (тематика карты зависит от тематики научно-исследовательской работы студента). Результат: карта геоэкологической тематики, составленная по результатам дешифрирования космических снимков. Работа в программных пакетах ArcGIS, MultiSpec, ERDAS Imagine.

5. Полевое дешифрирование космических снимков для целей геоэкологического картографирования. Исходные материалы: карты, космические снимки и описание изучаемой территории; точки тематических описаний с координатами. Задачи: на основе карт, космических снимков и описания изучаемой территории, а также с учётом тематики предполагаемых полевых обследований, составить план полевых геоэкологических работ, наметить полевые маршруты и точки полевых описаний; провести дешифрирование космических снимков с использованием результатов полевых обследований и общегеографических карт; составить тематическую карту (карты). Результат: план полевых работ; тематические карты. Работа в программных пакетах ArcGIS, MultiSpec, ERDAS Imagine.

6. Обработка космических снимков низкого пространственного разрешения. Особенности работы с данными MODIS, их интерпретация. Использование данных MODIS для геоэкологического картографирования. Исходные материалы: снимки ("продукты") съёмочной системы MODIS. Задачи: провести предварительную обработку снимков; провести дешифрирование; интерпретировать полученные результаты; составить тематическую карту. Результат: тематическая карта. Работа в программном пакете ArcGIS.

7. Радиометрическая и атмосферная коррекция космических снимков. Исходные материалы: космические снимки со спутника Landsat 8 в тепловом инфракрасном диапазоне. Задачи: провести предварительную обработку снимков; провести радиометрическую коррекцию снимков; провести атмосферную коррекцию снимков. Результат: космические снимки после коррекции. Работа в программном пакете ArcGIS.

8. Расчёт индексных изображений. Исходные материалы: космические снимки со спутников Landsat 8 и Sentinel-2B на территорию, которую студент изучает в рамках своей научно-исследовательской работы. Задачи: провести предварительную обработку космических снимков; построить изображения разных индексов (индексы растительности, водные, застройки и др.); построить бинарные растры по методу Оцу. Провести сопоставление полученных результатов: сравнить индексные изображения, рассчитанные по снимкам с разных спутников; сравнить изображения разных индексов, сравнить бинарные растры, полученные по методу Оцу. Результат: серия индексных изображений, текстовое описание сопоставления.

9. Использование индексных изображений для составления карт геоэкологической тематики. Исходные материалы: космические снимки со спутников Landsat 8 и/или Sentinel-2B на территорию, которую студент изучает в рамках своей научно-исследовательской работы. Задачи: провести предварительную обработку снимков; получить индексные изображения (тип изображения зависит от тематики научно-исследовательской работы студента); составить карту или серию карт на основе индексных изображений. Результат: карта (серия карт) геоэкологической тематики. Работа в программных пакетах ArcGIS, MultiSpec, ERDAS Imagine.

10. Расчёт значений температуры земной поверхности по снимкам со спутников серии Landsat. Исходные материалы: космические снимки со спутников серии Landsat. Задачи: провести предварительную обработку снимков; провести радиометрическую и атмосферную коррекцию снимков; рассчитать значения температуры земной поверхности; проанализировать полученные результаты. Результат: карта рассчитанных значений температуры земной поверхности. Работа в программном пакете ArcGIS.

11. Снимки в микроволновом и радиодиапазонах, их использование в геоэкологических исследованиях. Исходные материалы: снимки в радиодиапазоне (разные съёмочные системы) на территории, изучаемые студентами в рамках своих научно-исследовательских работ. Задачи: провести предварительную обработку снимков; провести тематическое дешифрирование снимков (тематика зависит от тематики научно-исследовательских работ студентов); составить тематические карты. Результат: тематические карты. Работа в программных пакетах ArcGIS, ERDAS Imagine.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Экзамен устный.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Поиск и отбор космических снимков для составления карт геоэкологической тематики. Критерии отбора снимков в зависимости от задач исследования.
2. Географическая основа карт геоэкологической тематики.
3. Понятие многозональных и многовременных снимков, их дешифрирование.
4. Контролируемая и неконтролируемая классификация. Реализация методов контролируемой и неконтролируемой классификации в ArcGIS и других программных пакетах.
5. Автоматизированное и визуальное дешифрирование космических снимков. Комбинация методов дешифрирования.
6. Использование индексных изображений для составления карт геоэкологической тематики.
7. Полевое дешифрирование космических снимков для целей геоэкологического картографирования. Методы полевого дешифрирования космических снимков.
8. Планирование полевых геоэкологических обследований по космическим снимкам и другим источникам информации.
9. Радиометрическая и атмосферная коррекция космических снимков.
10. Космические снимки в ближнем инфракрасном и среднем инфракрасном диапазонах, их дешифрирование. Использование снимков в ближнем инфракрасном и среднем инфракрасном диапазонах в геоэкологических исследованиях.
11. Космические снимки в тепловом инфракрасном диапазоне, их дешифрирование. Излучательная способность объектов земной поверхности. Использование тепловых космических снимков в геоэкологических исследованиях.
12. Космические снимки в микроволновом и радиодиапазонах, их дешифрирование. Использование микроволновых и радиолокационных космических снимков в геоэкологических исследованиях.
13. Комбинация снимков разного пространственного разрешения для решения задач геоэкологического картографирования.
14. Комбинация снимков разного спектрального диапазона для решения задач геоэкологического картографирования.
15. Особенности работы с данными MODIS, их интерпретация. Использование данных MODIS для геоэкологического картографирования.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Оценка РО и соответствующие	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
-----------------------------	---------------------	-------------------	--------	---------

виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: зачет по практическим работам)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: зачет по практическим работам)	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: зачет по индивидуальным проектам)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Academia, 2011. - 416 с.
2. Кравцова В.И. Генерализация аэрокосмического изображения: континуальные и дискретные снимки / под ред. Ю.Ф. Книжникова. М.: Изд-во МГУ, 2000. - 256 с.
3. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: Аспект-Пресс, 2004. – 184 с.
4. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: Университет, 2016. – 424 с.
5. Трифонова Т.А., Н.В. Мищенко, А.Н. Краснощеков. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. М.: Академический проект, 2005 – 352 с.
6. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

б) дополнительная литература:

1. Балдина Е.А., Грищенко М.Ю., Федорова Ю.В. Использование космических снимков в тепловом инфракрасном диапазоне для географических исследований [Электронный ресурс] / под ред. В.И. Кравцовой. М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, 2012. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
2. Богомолов Л.А. Дешифрирование аэроснимков. М.: Недра, 1976. - 145 с.
3. Востокова А.В., Кошель С.М., Ушакова Л.А. Оформление карт. Компьютерный дизайн./Под ред. А.В. Востоковой. М.: Аспект Пресс, 2002. - 208 с.
4. Жуков В.Т., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. Компьютерное геоэкологическое картографирование. М.: Научный мир, 1999. – 128 с.
5. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И. Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. М.: Изд-во МГУ, 1991. - 206 с.

6. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии: Пер. с нем. М.: Мир, 1988. - 343 с.
7. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Academia, 2004. - 416 с.
8. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008. – 312 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение:

Геоинформационный программный пакет ArcGIS 10.2-10.5; программные пакеты для обработки данных дистанционного зондирования ERDAS Imagine и MultiSpec.

Интернет-ресурсы:

1. Геоинформационный портал ГИС-ассоциации www.gisa.ru
2. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли (www.gis-lab.info).
3. Электронная версия журнала ArcReview (<http://www.dataplus.ru/ARCREV/>).
4. Инженерно-технологический центр «Сканэкс» (www.scanex.ru).
5. Институт космических исследований РАН (<http://www.iki.rssi.ru/>).

Основные источники данных дистанционного зондирования и геопространственных данных для обеспечения самостоятельной работы студентов:

1. Космоснимки (<http://www.kosmosnimki.ru/>).
2. EarthDATA (<https://search.earthdata.nasa.gov/search>)
3. EarthExplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).
4. GEOSPATIAL DATA REPORT: Finding and Using GIS Data (<http://geospatial.edublogs.org>).
5. Global land cover facility: earth science data interface (<http://glcfapp.glc.f.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>).
6. MODIS rapid response system (<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/>).
7. Open data – free GIS data (<http://gisdata.blogspot.com/>).
8. USGS Global Visualization Viewer (<http://glovis.usgs.gov/>).

Учебный фонд данных дистанционного зондирования Landsat, Sentinel, SPOT, Radarsat, IRS, Ikonos, MODIS, AVHRR географического факультета МГУ (проект «Геопортал МГУ»).

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, оснащенный необходимым программным обеспечением (см. п. 9), широкополосным доступом в Интернет и мультимедийным проектором для проведения занятий, а также для самостоятельной работы студентов.

11. Контролирующие материалы по дисциплине (ФОС)

Тесты контроля остаточных знаний

1. Укажите неверный вариант. Архив космических снимков со спутников серии Landsat позволяет изучать динамику геосистем в рамках временного интервала: а) 1 год; б) 10 лет; в) 25 лет; г) 50 лет.
2. Укажите неверный вариант. Для проведения контролируемой классификации значения яркости пикселей космического снимка в пределах эталонных участков должны: а) компактно располагаться на диаграммах рассеяния (в пространстве спектральных признаков); б) быть выше порогового значения, определяемого для каждой съёмочной системы; в) характеризоваться распределением, близким к нормальному; г) характеризоваться низкой дисперсией.
3. Вам нужно провести дешифрирование растительного покрова предгорной территории, на которой встречаются: участки разнотравно-злаковых степей, участки

лесостепей, сосновые леса, сосново-лиственнично-берёзовые леса. Какое сочетание спектральных каналов вы будете использовать для дешифрирования? Объясните свой выбор.

4. Укажите диапазон длин волн электромагнитного излучения, на которых приходится максимум собственного излучения объектов земной поверхности.

Программа одобрена на заседании кафедры физической географии мира и геоэкологии.

И.о. зав. кафедрой Н.Н. Алексеева

Разработчик(и):

Грищенко М.Ю.

научный сотрудник

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
картографии и геоинформатики

Эксперт:

Колбовский Е.Ю.

ведущий научный сотрудник

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
физической географии мира и
геоэкологии