

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Геоинформационные системы в эколого-геохимических исследованиях

Уровень высшего образования:
магистратура

Направление подготовки:
05.04.06 "Экология и природопользование"

Направленность (профиль) ОПОП:
«Геохимия окружающей среды»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол №21, дата 30.09.2023)

Москва 2023

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 «Экология и природопользование» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 30 декабря 2020 года (протокол №1368).

Год приема на обучение: 2021

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

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на базовых знаниях по дисциплинам «Геоинформационные системы», «Картография», «Аэрокосмические методы в геоэкологических исследованиях», «Математические методы и моделирование в геохимии ландшафтов», «Информатика».
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
МПК-3 (<i>формируется частично</i>) Владеет современными методами интерпретации результатов исследований, их картографического представления, геоинформационного анализа и обработки данных дистанционного зондирования для анализа и моделирования состояния компонентов окружающей среды	Умение применять геоинформационные технологии в научных и прикладных эколого-геохимических исследованиях.	<p>Знать: особенности использования геоинформационных технологий как инструмента современных научных исследований и практической деятельности в области геохимии окружающей среды.</p> <p>Уметь: обрабатывать и анализировать цифровые пространственные данные; организовывать тематическую информацию в ГИС; применять современные цифровые методы пространственного анализа и математико-картографического моделирования; составлять геоэкологические карты с использованием методик геоинформационного картографирования.</p> <p>Владеть: терминологией, а также теоретическими и методическими подходами к использованию геоинформационных технологий в эколого-геохимических исследованиях.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 4 з.е., в том числе 72 академических часа на контактную работу обучающихся (18 часов – лекции, 54 часа – практические занятия) с преподавателем, 72 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 (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) <i>Виды контактной работы, часы*</i>					Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>		
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Использование ГИС-технологий на практике, работа с онлайн-источниками	Подготовка доклада, реферата	Всего
Тема 1. Введение. Информационное обеспечение эколого-геохимических и геоэкологических исследований	2	2				2			
Тема 2. Организация цифровой базы пространственных данных	12	2	6			8	4		4
Тема 3. Цифровое почвенное картографирование и его реализация на основе геоинформационных технологий. Почвенные базы данных	18	2	4			6	6	6	12
Тема 4. Геоинформационное картографирование и геовизуализация пространственной информации на электронных картах	13	1	6			7	6		6
Текущая аттестация 1: доклад с презентацией	4		4			4			
Тема 5. Цифровые модели рельефа и их морфометрический анализ. Геоморфометрические параметры	20	3	11			14	4	2	6

Тема 6. Гидрологический анализ цифровых моделей рельефа. Геоинформационные технологии в исследованиях эрозионных процессов	11	2	3			5	2	4	6
Тема 7. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) и их использование в эколого-геохимических исследованиях	14	2	4			6	4	4	8
Текущая аттестация 2: защита реферата	12		4			4		8	8
Тема 8. Статистика и пространственная статистика в эколого-геохимических исследованиях	12	2	6			8		4	4
Тема 9. Математико-картографическое моделирование. Геостатистические и детерминированные методы интерполяции пространственных данных. Заключение	14	2	6			8	2	4	6
Промежуточная аттестация	12	Устный экзамен					12		
Итого	144	72					72		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение. Информационное обеспечение геоэкологических исследований. Основные понятия геоинформатики (повторение). Современное геоинформационное программное обеспечение. Основные источники открытых пространственных данных. Цифровое представление пространственной информации: концептуальные модели, модели системы управления базой данных, модели пространственных объектов, тематические слои ГИС, модели геопространства. Цифровые модели местности. Понятие базы пространственных данных. Картографические проекции; основные параметры системы координат. Примеры реализованных ГИС-проектов на примере ГИС-порталов регионов России.

Тема 2. Организация цифровой базы пространственных данных. Атрибуты пространственных объектов: качественные и количественные данные. Шкалы измерений. Непрерывные и дискретные количественные данные. Реляционная система управления базой данных. Соединение и связывание таблиц в реляционных базах данных. Понятие ключевых полей базы данных. База геоданных как формат лицензионного программного обеспечения ArcGIS: наборы данных, функциональность классов пространственных объектов. Проектирование базы геоданных (на примере почвенных и эколого-геохимических данных).

Тема 3. Цифровое почвенное картографирование и его реализация на основе геоинформационных технологий. Почвенные базы данных. Концепция цифрового почвенного картографирования (ЦПК) на основе ГИС-технологий: понятия и определения, подходы к моделированию, математический аппарат. Проект SoilGrids. ЦПК в крупномасштабном почвенном картографировании. Развитие концепции ЦПК в геоэкологическом картографировании. Почвенные пространственные информационные системы, их содержание и принципы организации. Единый государственный реестр почвенных ресурсов РФ. Европейская база данных по почвам. Глобальная база данных по почвенным профилям WoSIS.

Тема 4. Геоинформационное картографирование и геовизуализация пространственной информации на электронных картах. Геоинформационное картографирование в аспекте российской и зарубежной научных школ: электронная карта как модель действительности и как средство коммуникации. Понятия научной визуализации, визуального анализа, геовизуализации. Картографические анимации. Способы картографического отображения, их реализации в геоинформационных системах и современное развитие. Концепция графических переменных по Бертэну. Содержание и принципы оформления эколого-геохимических карт в ГИС. Критический анализ примеров эколого-геохимических карт из статей в рецензируемых изданиях.

Тема 5. Цифровые модели рельефа и их морфометрический анализ. Топографические индексы. Цифровые модели рельефа (ЦМР). Дискретные и непрерывные ЦМР. Основные глобальные ЦМР, их характеристики и доступность (источники открытых данных). Методы создания пользовательских ЦМР. Подготовка ЦМР к анализу. Принципы работы с растровыми ЦМР. Морфометрический анализ рельефа по растровым ЦМР (геоморфометрия). Базовые геоморфометрические параметры и объекты. Геоморфометрические параметры и объекты, специфические для климата и метеорологии. Морфометрические индексы для характеристики миграции вещества и энергии в твердом и жидком состоянии.

Тема 6. Гидрологический анализ цифровых моделей рельефа. Геоинформационные технологии в исследованиях эрозионных процессов. Цели и дорожная карта анализа поверхностного стока по ЦМР. Принципы выделения бассейновой структуры территории. Алгоритмы моделирования поверхностного стока в ГИС. Универсальное эмпирическое уравнение потерь почвы от эрозии (USLE) и его модифицированная версия (RUSLE). Реализация уравнения RUSLE в геоинформационных системах: составляющие уравнения как тематические слои ГИС. Модель RUSLE для Европы как проект Европейского центра данных по почвам (ESDAC).

Тема 7. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) и их использование в эколого-геохимических исследованиях. Понятия дистанционного и проксимального зондирования. Основные современные носители съемочной аппаратуры (научные спутники) и источники данных ДЗ. Применение спутниковых ДДЗ (многозональная и гиперспектральная съемка; тепловая пассивная съемка; активная (радиолокационная) съемка) в почвенных и эколого-геохимических исследованиях. Понятие спектрального индекса (СИ). Принципы вычисления спектральных индексов по данным многозональной съемки. Основные вегетационные, почвенные, водные СИ. Методические подходы к определению влажности почв дистанционными методами. Основные методы и приборы для проксимального зондирования почв.

Тема 8. Статистика и пространственная статистика в эколого-геохимических исследованиях. Статистический анализ количественных данных: основные понятия. Исследовательский анализ пространственно-распределенных данных в ГИС. Понятия пространственной переменной и пространственной автокорреляции. Описательная и выводная пространственная статистика. Методы анализа дискретных точечных данных (анализ точечных паттернов). Глобальные и локальные меры пространственной автокорреляции.

Концептуализация пространственных отношений в пространственной статистике. Матрица пространственных весов. Кластерный и регрессионный анализ в пространственной статистике.

Тема 9. Математико-картографическое моделирование. Геостатистические и детерминированные методы интерполяции пространственных данных. Основные подходы к математико-картографическому моделированию геоэкологических данных. Детерминированные методы интерполяции пространственных данных. Геостатистика и геостатистическое моделирование. Понятия стационарности, ковариации, вариографии, Кригинг и его алгоритмы. Современные методы построения континуальных поверхностей по дискретным данным (методы нечеткой логики, регрессионных деревьев, машинного обучения и т.п.). Проверка модели. Методы оценки достоверности и точности эколого-геохимических карт, составленных с применением математико-картографических моделей.

План проведения практических занятий

1. **Тема 2. Организация цифровой базы пространственных данных.** Обсуждение этапов проектирования базы геоданных (БГД) эколого-геохимической тематики и ее структуры (набор пространственных слоев, структура таблиц атрибутов, ключевые поля). Создание прототипа БГД в настольной ArcGIS (лабораторная работа). Работа с таблицами в SAGA GIS (лабораторная работа).
2. **Тема 3. Цифровое почвенное картографирование и его реализация на основе геоинформационных технологий. Почвенные базы данных.** Обсуждение методических подходов к цифровому почвенному картографированию (ЦПК). Знакомство с проектом SoilGrids (презентация в Интернете). Построение цифровой почвенной карты с использованием программного обеспечения с открытым кодом SoLIM (лабораторная работа).
3. **Тема 4. Геоинформационное картографирование и геовизуализация пространственной информации на электронных картах.** Обсуждение современных методов визуализации научной информации с демонстрацией примеров, представленных на различных Интернет-ресурсах. Создание пользовательских цветовых шкал и условных знаков в настольной ArcGIS и ГИС QGIS (лабораторная работа). Оформление учебной карты в настольной ArcGIS (лабораторная работа).
4. **Доклады студентов** (с презентацией). Обсуждение докладов.
5. **Тема 5. Цифровые модели рельефа и их морфометрический анализ. Топографические индексы.** Демонстрация шагов для скачивания цифровой модели ALOS-PALSAR на соответствующем интернет ресурсе. Подготовка ЦМР к анализу в SAGA GIS (лабораторная работа). Построение ЦМР по точечным данным в настольной ArcGIS и в SAGA GIS (лабораторная работа). Обсуждение возможностей применения ЦМР в эколого-геохимических исследованиях. Вычисление геоморфометрических параметров по ЦМР в SAGA GIS (лабораторная работа).
6. **Тема 6. Гидрологический анализ цифровых моделей рельефа. Геоинформационные технологии в исследованиях эрозионных процессов.** Выделение бассейновой структуры территории в SAGA GIS (лабораторная работа). Обсуждение моделей эрозионных процессов, представленных в SAGA GIS.
7. **Тема 7. Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) и их использование в эколого-геохимических исследованиях.** Демонстрация основных принципов работы с ДДЗ на примере обработки данных Sentinel 2 в специализированном программном

обеспечении с открытым кодом ESA SNAP. Вычисление спектральных индексов в ESA SNAP. Вычисление спектральных индексов в SAGA GIS (лабораторная работа). Работа с временным рядом снимков Landsat в SAGA GIS (лабораторная работа).

8. **Защита рефератов студентов.** Обсуждение рефератов.

9. **Тема 8. Статистика и пространственная статистика в эколого-геохимических исследованиях.** Обсуждение общих подходов к использованию пространственной статистики в эколого-геохимических исследованиях. Выполнение исследовательского анализа пространственных данных в настольной ArcGIS на примере учебных данных с применением инструментов пространственной статистики (лабораторная работа).

10. **Тема 9. Математико-картографическое моделирование. Геоestatистические и детерминированные методы интерполяции пространственных данных.** Обсуждение современных методов математико-картографического моделирования. Работа с деревом решений для выбора подходящей модели пространственной интерполяции. Геоestatистическое моделирование в настольной ArcGIS (лабораторная работа). Интерполяция пространственных данных в SAGA GIS (лабораторная работа).

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

Текущий контроль усвоения материала проводится по итогам выполнения каждой практической работы, с выставлением промежуточных оценок, а также по итогам работы над рефератом.

Текущая аттестация №1. Доклад с презентацией

Текущая аттестация №2. Защита реферата

Примерный перечень тем для рефератов

1. Создание (проектирование) базы пространственных данных. Структура базы пространственных данных для целей эколого-геохимических или геоэкологических исследований (на примере реализованных проектов).
2. Источники пространственных переменных (ковариант) для цифровой почвенной картографии (ЦПК). Исходные пространственные переменные и моделируемые показатели в проекте SoilGrids.
3. Крупномасштабное (среднемасштабное) цифровое почвенное картографирование на примере реализованного проекта (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).
4. Использование цифровой модели рельефа в эколого-геохимических (почвенных, геоэкологических) исследованиях (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).
5. Геоморфометрические показатели в эколого-геохимических (почвенных, геоэкологических) исследованиях (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).
6. Спектральные индексы в эколого-геохимических (почвенных, геоэкологических) исследованиях (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).

7. Использование данных проксимального дистанционного зондирования в эколого-геохимических (почвенных, геоэкологических) исследованиях (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).
8. Применение методов пространственной статистики (исследование пространственной автокорреляции) в эколого-геохимических (почвенных, геоэкологических) исследованиях (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).
9. Регрессионный пространственный анализ (географически взвешенная регрессия, регрессия-кригинг) в эколого-геохимических (почвенных, геоэкологических) исследованиях (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).
10. Применение геостатистического моделирования в эколого-геохимических (почвенных, геоэкологических) исследованиях (case study; по материалам статей в рецензируемых журналах).

Задания для самостоятельной работы

1. Скачать на соответствующем сайте фрагмент ЦМР ALOS-PALSAR на заданную территорию.
2. Скачать на соответствующем сайте сцену Landsat 8 на заданную территорию.
3. Скачать на соответствующем сайте сцену Sentinel 2 (2A или 2B) на заданную территорию.

Экзамен проводится в устной форме. При отсутствии у обучающегося отчёта по одной или нескольким практическим работам студенту предоставляется возможность на экзамене выполнить весь объём учебной работы до ответа на вопрос в пределах нормативного времени, отведенного на приём устного экзамена (до 30 минут на одного обучающегося). При невыполнении указанного условия учебный план считается невыполненным, обучающемуся выставляется оценка «неудовлетворительно».

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Пространственные и непространственные данные в геоинформационных системах. Модели для представления пространственных данных в ГИС. Атрибутивные (непространственные) данные (количественные/качественные), хранение в базах данных ГИС (форматы атрибутивных полей)). Организация информации в базах данных.
2. Понятие пространственной переменной. Непрерывные и категориальные пространственные переменные. Пространственные переменные-предикторы в концепции цифрового почвенного картографирования (ЦПК) и основные источники данных для пространственных переменных.
3. Понятия цифровой модели местности и цифровой модели рельефа. Источники данных для цифровых моделей рельефа. Глобальные цифровые модели рельефа SRTM и ASTER GDEM: основные характеристики (охват, пространственное разрешение и т.п.).
4. Геоморфометрический анализ цифровых моделей рельефа: основные принципы его выполнения (локальные/региональные параметры, вычисляемые по ЦМР). Геоморфометрические характеристики рельефа и их примеры.
5. Анализ поверхностного стока по ЦМР: выделение бассейновой структуры территории. Использование результатов гидрологического ГИС-анализа в эколого-геохимических исследованиях.
6. Изучение эрозионных процессов с применением ГИС (на примере универсального эмпирического уравнения потерь почвы от эрозии).

7. Понятие дистанционного зондирования (ДЗ). Физические основы ДЗ. Пассивная и активная съемка – различие; аппаратура; диапазоны съемки. Параметры данных ДЗ.
8. Многозональные космические снимки и их использование в эколого-геохимических исследованиях.
9. Понятие спектрального индекса. Вегетационные индексы и их классификация. Невегетационные спектральные индексы – примеры индексов и области их применения.
10. Методические подходы к определению влажности почв дистанционными методами.
11. Исследовательский анализ пространственных данных: цели, методы и инструменты в ГИС.
12. Понятие пространственной автокорреляции; ее значение для анализа пространственных данных. Методы оценки пространственной автокорреляции в пространственной статистике и в геостатистике.
13. Моделирование отношений (взаимозависимостей) с применением регрессии в пространственной статистике: понятие регрессионного анализа; регрессионное уравнение; зависимая переменная; независимые переменные.
14. Методы пространственной (географически взвешенной) регрессии и регрессии кригинга: основные подходы к моделированию пространственных данных.
15. Анализ группирования в пространственной статистике (на примере ArcGIS): алгоритмы и их отличие.
16. Основные методы интерполяции непрерывных поверхностей в геоинформационных системах.
17. Геостатистика: основные понятия (геостатистическое моделирование; геостатистическое картографирование; вариография).
18. Основные алгоритмы геостатистического моделирования (алгоритмы кригинга и кокригинга); типы результирующих карт.
19. Проверка моделей интерполяции (основные методы).
20. Геоинформационное картографирование: основные понятия. Способы картографического отображения результатов эколого-геохимических исследований.

Шкала и критерии оценивания

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

			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

8. Ресурсное обеспечение:

ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

- Геоинформатика: Учебник для студентов вузов / Е.Г.Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С.Тикунов и др., под ред. В.С.Тикунова. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 480 с.
- Демьянов В.В., Савельева Е.А. Геоestatистика: теория и практика // М.: «Наука», 2010. 327 с. URL: http://www.ibrae.ac.ru/docs/109/geostatistikai_sq_cover.pdf
- ДеМерс М.Н. Геоинформационные системы. Основы. М., Изд-во «Дата+», 1999. 490 с.
- Лурье И.К. Основы геоинформационного картографирования. М.: Изд-во МГУ, 2001. 144 с.
- Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications // Editors: Fisher M.M., Getis A., Springer, 2010, 810 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-03647-7>.

Дополнительная литература:

- Дэвис Дж. С. Статистический анализ данных в геологии // М.: «Недра», в 2х тт., 1990 (перевод с англ.) <https://www.geokniga.org/books/350>
- Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. М.: Издательский центр «Академия», 2004.
- Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа: Учебное пособие. Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. 164 с. <https://ggf.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/geography/u-metodika/zmr.pdf>
- Цифровая почвенная картография: учебное пособие/ отв. ред. И.Ю.Савин, П.А. Докукин / П. М. Докучаев, А. В. Жоголев, Н. П. Кириллова и др. — Изд-во РУДН М, 2017. — 152 с.
- Hengl, T., MacMillan, R.A., 2019. Predictive Soil Mapping with R. OpenGeoHub. <https://envirometrix.github.io/PredictiveSoilMapping/>.
- Geomorphometry: Concepts, Software, Applications // Developments in Soil Science, 33 // Editors: Hengl T., Reuter H. Elsevier, 2009, 796 p.
- Florinsky I. Digital Terrain Analysis In Soil Science And Geology// Elsevier, 2012. 379 p. <http://iflorinsky.impb.ru/Florinsky-2011b.pdf>

- Mitchell, Andy. The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2 (Руководство Esri по ГИС-анализу, Том 2). Esri Press, 2005.
- De Smith M.J., Goodchild M.F., Longley P.A. & Associates. Geospatial Analysis. A Comprehensive Guide to Principles Techniques and Software Tools. 6th edition, 2018. 610 p. <https://www.spatialanalysisonline.com/HTML/index.html>
- Wulf H., Mulder T., Schaepman M. E., Keller A., Jorg Ph. C. Remote Sensing of Soils. Zurich, 2014. 70 p. https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/109992/1/2015_Wulf_Remote_sensing_of_soils_BAFU_report_dpi300_v%20.pdf

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

- ГИС-пакет Настольная ArcGIS™ (ArcGIS Desktop™) с дополнительными модулями (Spatial Analyst™, Geostatistical Analyst™) либо ArcGIS Pro™ (взаимозаменяемы).
- MS Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Access).

НЕЛИЦЕНЗИОННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- SAGA GIS – ГИС-программа с открытым кодом в рамках универсальной общественной лицензии GNU.
- QGIS Desktop – ГИС-программа с открытым кодом в рамках универсальной общественной лицензии GNU.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

- Портал открытых данных правительства Москвы. <https://data.mos.ru/>
- Публичная кадастровая карта Росрестра. <https://pkk5.rosreestr.ru/>
- Ссылки на геопорталы открытых данных РФ. http://gisgeo.org/gisportal/open_data_geoportals.html
- Информационно-справочная система по классификации почв России. <http://info soil.ru>
- Глобальная база данных по почвенным профилям (ISRIC-WISE – Global Soil Profile Data) <http://www.isric.org/explore/wosis/accessing-wosis-derived-datasets>
- Геопортал Роскосмоса. Сервис космических снимков Федерального фонда ДЗЗ. <https://gptl.ru/>
- Портал открытых данных ДЗЗ Роскосмоса. <https://pod.gptl.ru/>
- Геопортал EarthExplorer Геологической службы США. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Центр данных Геологической службы США Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC). <https://lpdaac.usgs.gov/>
- Copernicus Open Access Hub. <https://scihub.copernicus.eu/>
- Theia Data and Services Center <https://www.theia-land.fr/en/theia-data-and-services-center/>

ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

- Реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
- Поисковая система научной информации www.scopus.com

- Электронная база научных публикаций www.webofscience.com

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

Учебный компьютерный класс с лицензионным программным обеспечением; мультимедийный проектор либо другое средство для демонстрации презентаций и других визуальных материалов.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Черницова Ольга Валентиновна. Преподаватель: Черницова Ольга Валентиновна

11. Разработчики программы: Черницова Ольга Валентиновна, старший научный сотрудник кафедры геохимии ландшафтов и географии почв