

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><b>Знать:</b> особенности использования геоинформационных технологий как инструмента современных научных исследований и практической деятельности в области геохимии окружающей среды.</p> <p><b>Уметь:</b> 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><b>Владеть:</b> 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		
<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>72</b>					<b>72</b>		

## 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. Геостатистические и детерминированные методы интерполяции пространственных данных.** Обсуждение современных методов математико-картографического моделирования. Работа с деревом решений для выбора подходящей модели пространственной интерполяции. Геостатистическое 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
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (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)	
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)(виды оценочных средств: практические контрольные задания)</b>	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](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](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](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](http://www.sciencedirect.com)
- Поисковая система научной информации [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

- Электронная база научных публикаций [www.webofscience.com](http://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