

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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в анализ пространственных данных

Авторы-составители: Никифоров Н.В., Хазиева Е.С.

Уровень высшего образования:

Магистратура (ИМ)

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Гидрогеология, инженерная геология, геоэкология

Магистерская программа

Инженерная геология

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Москва

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 «Геология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель – формирование компетенций в области современных методов анализа данных дистанционного спутникового зондирования Земли и их применение в различных сферах наук о Земле.

Задачи: освоение базового инструментария современного анализа данных, включая интеллектуальные методы обработки пространственной информации.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В настоящее время активно развивается направление использования открытых платформ для работы с пространственными данными. Широкое распространение получают облачные решения, позволяющие оперировать Большими Данными (BigData).

В курсе рассматриваются методы извлечения и анализа релевантной информации из каталога пространственных данных облачной ГИС Google Earth Engine (более 8 петабайт). Анализ пространственных данных используется для автоматизации решения прикладных задач мониторинга в области наук о Земле.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: освоение дисциплин: «Высшая математика», «Математическая статистика», «Информатика», «Геоинформационные системы в геологии».

Приобретенные знания, умения и навыки при освоении данной дисциплины могут быть востребованы в дальнейшем для выполнения научно-исследовательской работы и выпускных квалификационных работ.

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
ПК-2.М. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта;	М.ПК-2. И-1. Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования. М.ПК-2. И-2. Самостоятельно проводит научные исследования с помощью современного оборудования. М.ПК-2. И-3. Обработывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов.	Знать: перечень современных подходов и источников для получения релевантных пространственных данных; основы анализа различных типов пространственных данных (векторных и растровых) Уметь: пользоваться современными инструментами сбора и анализа пространственных данных. Владеть: навыками разработки высокоуровневого программного кода Java Script для облачных ГИС.
ПК-3.М. Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе	М.ПК-3. И-1. Знает теоретические основы и методологию моделирования. М.ПК-3. И-2. Знает	Знать: технические преимущества и недостатки методологий анализа данных и моделирования, включая базовые методы машинного обучения. Уметь: создавать и адаптировать

использования теоретических и практических знаний в области геологии.	возможности и ограничения распространенных стандартных программ моделирования (по профилю подготовки). М.ПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками использования стандартных программ моделирования (по профилю подготовки).	имеющиеся модели обработки данных; формулировать и реализовывать функциональные требования моделирования
СПК-4.М. (2). Способность составлять прогноз развития природных и природно-техногенных процессов, в том числе на базе их мониторинга (формируется частично).	М-СПК-4(2). И-2. Владеет методами составления прогноза природно-техногенных процессов на базе их мониторинга	Знать: современные методы прогнозирования природно-техногенных процессов; методы мониторинга природно-техногенных процессов с помощью данных дистанционного зондирования Земли Уметь: выполнять поиск и обработку данных дистанционного зондирования Земли; рассчитывать дополнительные характеристики мониторинга природно-техногенных процессов

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 26 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (26 а.ч. лекций), 46 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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	Всего	Расчетно-графические задания	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел 1. Географические данные, геоинформационные системы, дистанционное зондирование Земли.	9	4	4		5	5
Раздел 2. Google Earth Engine и Java Script для автоматизации решения прикладных задач анализа данных и мониторинга в области наук о Земле	51	20	20	21	10	31
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	12		2		10	
Итого	72		26		46	

Содержание лекций:

Лекция 1. Введение в пространственные данные

- Источники данных, типы и форматы пространственных данных
- Особенности хранения пространственных данных и организация доступа к ним

Лекция 2. Географические данные и геоинформационные системы

- Примеры прикладного использования геопространственных решений в лесном и сельском хозяйстве, строительстве, нефтегазовом секторе, горнорудной промышленности и мониторинге чрезвычайных ситуаций
- Типы данных дистанционного зондирования
- Основные методы обработки данных дистанционного зондирования Земли

Лекция 3. Обзор облачной платформы Google Earth Engine. Базовый синтаксис Java Script

- Основные понятия и возможности платформы;
- Базовый синтаксис JavaScript;
- Обзор библиотек и встроенных инструментов для обработки данных

Лекция 4. Спутниковые снимки.

- Поиск и отображение данных Landsat – 8 и Sentinel – 2
- Обзор метаданных спутниковых снимков, фильтрация снимков по метаданным

Лекция 5. Типы пространственных данных.

- Модели представления данных (растровая, векторная)
- Обзор данных мультиспектральной и радарной спутниковой съемки;
- Характеристики данных: пространственное и спектральное разрешение, структура и способы представления;

Лекция 6. Методы обработки тематических данных в Google Earth Engine

- Поиск и отображение тематической пространственной информации (цифровые модели рельефа, данные о населении, климатические показатели);
- Статистическая обработка тематических данных по заданной области интереса

Лекция 7. Методы обработки векторных данных в Google Earth Engine

- Загрузка векторных данных;
- Формирование запросов к векторным и табличным данным;
- Экспорт полученных результатов во внешние хранилища;

Лекция 8. Вегетационные индексы и их значение при анализе ДДЗ

- Применение спектральных комбинаций каналов и расчет вегетационных индексов;
- Индекс NDVI и качество органической растительности на снимках

Лекция 9. Создание пользовательского интерфейса. Визуализация статистических данных

- Создание пользовательского интерфейса с помощью Java Script
- Посторенные графиков и диаграмм на основе комбинирования типов данных;

Лекция 10. Основы машинного обучения. Random Forest

- Искусственный интеллект как раздел компьютерных наук
- Виды машинного обучения (supervised & unsupervised learning);
- Принцип работы алгоритма Random Forest;
- Принципы создания обучающей выборки
- Процесс обучения и классификации

Лекция 11. Решение задач классификации с помощью методов машинного обучения в Google Earth Engine

- Визуальная оценка качества классификации;
- Разбор факторов влияния параметров обучения и характеристик исходных данных на качество обучения;
- Проверка качества модели на кросс-валидации, критерий R^2 . Сравнение моделей

Лекция 12. Основные принципы визуализации пространственных данных

- Современные подходы в визуализации пространственных данных
- Принципы визуализации данных в веб-приложениях

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

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

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом заключений по заданиям.

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов

1. Выполнить поиск и отображение космических снимков Landsat-7, Landsat -8, Sentinel-1, Sentinel-2;
2. Выполнить спектральный анализ космических снимков Landsat-7, Landsat -8, Sentinel-1, Sentinel-2;
3. Выполнить пространственный анализ данных цифровой модели рельефа и распределения плотности населения;
4. Выполнить классификацию термокарстовых озер с использованием методов машинного обучения.

Типовые упражнения и расчетные задания

1. Создать переменную в виде постоянного числа и отобразите его в консоли Google Earth Engine;
2. Отобразить последовательно числа от 1 до 100 в панели консоли Google Earth Engine;
3. Выполнить поиск по дате космических снимков Landsat- 8;
4. Выполнить фильтрацию данных по облачности;
5. Отобразить данные в окне карты со следующими параметрами отображения: 5, 4, 3 (ИК, синий, зеленый).

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Дайте определение понятию дистанционное зондирование Земли;
2. Дайте определение понятию воздушное лазерное сканирование;
3. Дайте определение понятию информация;
4. Дайте определение понятию пространственные данные;
5. Перечислите типы систем координат;
6. Какой тип проекции чаще всего применяется для отображения на карте России с целью минимизации искажений?
7. Какой тип проекции чаще всего применяется для отображения на карте Антарктиды с целью минимизации искажений?
8. Какой тип проекции чаще всего применяется для отображения на карте всей поверхности Земли с целью минимизации искажений?
9. Охарактеризуйте два основных типа пространственных данных;

10. Сколько спектральных каналов имеет панхроматическое изображение;
11. Сколько спектральных каналов имеет мультиспектральное изображение в видимом диапазоне;
12. Перечислите спектральные каналы, которые используются для расчета вегетационного индекса NDVI;
13. Перечислите спектральные каналы, которые необходимо использовать для отображения снимка в натуральных цветах;
14. Перечислите спектральные каналы, которые чаще всего используются для анализа растительности;
15. Укажите какие типы данных представлены в каталоге Google Earth Engine;
16. Какие виды пользовательских данных можно загрузить дополнительно в каталог Google Earth Engine?
17. Каким образом можно скачать данные из каталога Google Earth Engine?
18. Опишите основной функционал доступный в разделах Inspector и Code Editor;
19. Опишите основной функционал доступный в разделе Console;
20. Опишите основной функционал доступный в разделе Tasks.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет)

Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания: перечень современных подходов и источников для получения релевантных пространственных данных; основы анализа различных типов пространственных данных (векторных, растровых), включая базовые методы машинного обучения (<i>устный опрос</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения: находить, загружать, обрабатывать релевантные данные дистанционного зондирования Земли для аналитического решения прикладных и научных задач в области наук о Земле, связанных с мониторингом поверхности Земли (<i>проверка домашних заданий, устный опрос</i>)	Не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Владение: навыками разработки высокоуровневого программного кода Java Script для облачных ГИС (<i>проверка домашних заданий</i>)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Владение навыками, применяемыми при решении задач или в целом сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы

- основная литература:

Google Earth Engine: API Tutorials. URL: <https://developers.google.com/earth-engine/tutorials>

Google Earth Engine: Get Started with Earth Engine. URL: <https://developers.google.com/earth-engine/getstarted>

[Электронная платформа курса URL: http://datamsu.com](http://datamsu.com)

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

лицензионное программное обеспечение не требуется

В) Материально-техническое обеспечение:

персональные компьютеры, доступ к сети интернет

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватели – Н.В. Никифоров, Е.С. Хазиева

11. Разработчики программы – Н.В. Никифоров, Е.С. Хазиева