МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет геоинформатики и информационной безопасности
Кафедра информатики и геоинформационных технологий

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5BFEE1D286E9C95A0C0D2C611E434BD5
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 23.09.2026 по 17.12.2027

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
15 мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ГЕОПРОСТРАНСТВЕННАЯ АНАЛИТИКА
«Б1.О.08.02 ГЕОПРОСТРАНСТВЕННАЯ АНАЛИТИКА»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки: Разработка программного обеспечения для обработки и анализа пространственных данных

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:
Старший преподаватель кафедры Информатики и
геоинформационных технологий Стрельцов А. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Геоинформатики и информационной безопасности	Председатель ученого совета факультета	Матерухин А. В.	Рассмотрено	05.11.2025, № 12-25

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков программной обработки, анализа и картографического представления геопространственных данных с использованием языка Python, открытых источников пространственной информации и облачной платформы Google Earth Engine для решения прикладных задач исследования территорий

Задачи изучения дисциплины:

- Освоение методов подготовки и совместной обработки векторных и растровых данных, преобразования координат и выполнения пространственных операций;
- Изучение способов получения открытых пространственных данных, оценки доступности инфраструктуры, пространственной индексации и построения интегральных показателей состояния территорий;
- Формирование навыков облачной обработки данных, применения простых методов машинного обучения, разработки геоаналитических приложений и представления результатов законченного пространственного исследования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-2.1 Объясняет принципы функционирования ключевых современных информационных технологий, а также их преимущества и ограничения для решения профессиональных задач

Знать:

ОПК-2.1/Зн5 Модели представления, источники и основные характеристики геопространственных данных.

ОПК-2.1/Зн6 Основные методы обработки векторных и растровых данных, пространственных измерений, сеточного обобщения и многокритериальной оценки территорий.

Уметь:

ОПК-2.1/Ум4 Сопоставлять результаты пространственных расчётов и оценивать влияние исходных данных и параметров обработки на полученные выводы.

Владеть:

ОПК-2.1/Нв4 Методами определения состава исходных пространственных данных и последовательности их обработки.

ОПК-2.2 Демонстрирует знание основных категорий и классов программных средств, применяемых в профессиональной деятельности, и различает их архитектурные особенности и функциональное назначение

Знать:

ОПК-2.2/Зн4 Назначение программных средств Python и платформы Google Earth Engine для решения задач пространственного анализа.

Уметь:

ОПК-2.2/Ум4 Различать функциональное назначение и архитектурные особенности программных средств геопространственного анализа.

Владеть:

ОПК-2.2/Нв4 Навыками обоснования выбора средств обработки пространственных данных.

ОПК-2.3 Идентифицирует, анализирует и выбирает адекватные программные средства и информационные технологии, в том числе отечественного производства, для эффективного решения конкретных профессиональных задач

Знать:

ОПК-2.3/Зн4 Требования к исходным данным, результатам расчётов и программным средствам геопространственного анализа.

Уметь:

ОПК-2.3/Ум4 Планировать процессы получения, подготовки и обработки пространственных данных для решения прикладной задачи.

ОПК-2.3/Ум5 Выбирать источники пространственных данных с учётом территории, периода наблюдений и требуемой детализации.

ОПК-2.3/Ум6 Обосновывать выбор способов представления данных, программных средств и методов геопространственного анализа.

Владеть:

ОПК-2.3/Нв4 Навыками анализа требований к программным средствам геопространственной аналитики.

ОПК-2.3/Нв5 Методами сбора и оценки качества пространственной информации, имеющей значение для подготовки и реализации прикладных проектов.

ОПК-2.3/Нв6 Навыками обоснования выбора средств обработки пространственных данных и содержательной интерпретации результатов.

ОПК-2.4 Применяет выбранные программные средства и информационные технологии для практического решения профессиональных задач, демонстрируя уверенное владение их функционалом, настройками и основными операциями, а также способность адаптировать их к изменяющимся условиям

Знать:

ОПК-2.4/Зн5 Приёмы настройки программных средств геопространственного анализа под условия конкретной задачи.

Уметь:

ОПК-2.4/Ум4 Применять программные средства геопространственного анализа для практического решения задачи и адаптировать их настройки к изменяющимся условиям.

Владеть:

ОПК-2.4/Нв2 Навыками воспроизводимой программной обработки и картографического представления геопространственных данных.

ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения

ОПК-7.1 Анализирует поставленную задачу и требования к программному продукту, определяет необходимые алгоритмические и программные решения, а также оценивает их применимость для практического использования

Знать:

ОПК-7.1/Зн8 Методы описания алгоритмов и основные принципы построения функциональных и логических спецификаций программного обеспечения.

Уметь:

ОПК-7.1/Ум8 Формализовать требования к составу данных, аналитическим показателям и функциям геоаналитического приложения.

Владеть:

ОПК-7.1/Нв7 Методами оценки применимости алгоритмического и программного решения для практического использования.

ОПК-7.2 Разрабатывает эффективные алгоритмы для решения задач, а также выбирает оптимальные структуры данных для их реализации

Знать:

ОПК-7.2/Зн7 Способы организации алгоритмов пространственных операций, расчёта показателей и совместной обработки векторных и растровых данных.

Уметь:

ОПК-7.2/Ум7 Описывать последовательность пространственных расчётов с указанием исходных данных, параметров обработки и выходных результатов.

Владеть:

ОПК-7.2/Нв7 Навыками выбора структур данных, оптимальных для реализации алгоритма решения задачи.

ОПК-7.3 Пишет программный код на одном или нескольких языках программирования, следуя принципам модульности, читаемости, документирования и соответствия стандартам кодирования

Знать:

ОПК-7.3/Зн6 Принципы модульности, читаемости и документирования программного кода, а также стандарты кодирования.

Уметь:

ОПК-7.3/Ум6 Определять функции программных модулей геоаналитического приложения и способы их взаимодействия.

Владеть:

ОПК-7.3/Нв6 Навыками описания алгоритмов и документирования результатов геоаналитического исследования.

ОПК-7.4 Проводит отладку и тестирование программного кода, выявляет и устраняет ошибки, а также оптимизирует производительность программы для обеспечения её стабильной и эффективной работы в реальных условиях

Знать:

ОПК-7.4/Зн6 Виды ошибок программного кода и методы их выявления и устранения.

Уметь:

ОПК-7.4/Ум6 Проводить отладку и тестирование программного кода геопространственного анализа, выявлять и устранять ошибки.

Владеть:

ОПК-7.4/Нв6 Методами оптимизации производительности программы для обеспечения её стабильной и эффективной работы.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.08.02 «Геопространственная аналитика» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
5 семестр	144	4	72	72	Зачет с оценкой
Всего	144	4	72	72	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Основы геопространственной аналитики и обработка векторных данных	**24**	**12**	**12**	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
Тема 1.1. Введение в геопространственную аналитику. Модели пространственных данных	8	4	4	ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4
Тема 1.2. Чтение, подготовка и исследование векторных данных средствами GeoPandas	8	4	4	
Тема 1.3. Пространственные операции в GeoPandas	8	4	4	
Раздел 2. Открытые пространственные данные и анализ доступности городской инфраструктуры	**16**	**8**	**8**	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4
Тема 2.1. Получение данных OpenStreetMap через программные интерфейсы	8	4	4	ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4
Тема 2.2. Пространственный анализ доступности городской инфраструктуры	8	4	4	

Раздел 3. Пространственная индексация и многокритериальная оценка территорий	**16**	**8**	**8**	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4
Тема 3.1. Пространственная индексация и сеточное представление территории. Система H3	8	4	4	
Тема 3.2. Многокритериальный геопространственный анализ	8	4	4	
Раздел 4. Обработка растровых данных и их совместный анализ с векторными данными	**16**	**8**	**8**	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4
Тема 4.1. Основы обработки растровых пространственных данных средствами Rasterio	8	4	4	
Тема 4.2. Совместный анализ растровых и векторных данных	8	4	4	
Раздел 5. Облачная обработка геопространственных данных в Google Earth Engine	**36**	**18**	**18**	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4
Тема 5.1. Введение в Google Earth Engine и каталог пространственных данных	8	4	4	
Тема 5.2. Обработка и картографическое представление данных в Google Earth Engine	8	4	4	
Тема 5.3. Прикладной анализ городской территории в Google Earth Engine	12	6	6	
Тема 5.4. Выгрузка результатов и обработка больших объёмов пространственных данных	8	4	4	
Раздел 6. Основы применения машинного обучения к пространственным данным	**8**	**4**	**4**	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4
Тема 6.1. Введение в машинное обучение для геопространственного анализа	8	4	4	
Раздел 7. Разработка геоаналитического приложения и комплексное исследование территории	**28**	**14**	**14**	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4
Тема 7.1. Разработка интерактивного геоаналитического приложения	12	6	6	
Тема 7.2. Итоговое геоаналитическое исследование и представление результатов	16	8	8	

Итого	**144**	**72**	**72**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Основы геопространственной аналитики и обработка векторных данных

Тема 1.1. Введение в геопространственную аналитику. Модели пространственных данных

Назначение геопространственной аналитики. Постановка пространственной задачи и выбор территории исследования. Векторная и растровая модели данных. Точечные, линейные и площадные объекты. Геометрические и атрибутивные характеристики объектов. Основные форматы пространственных данных. Представление пространственных объектов в виде таблиц с геометрией. Состав и назначение метаданных. Выбор исходных данных для последующей обработки.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 1.2. Чтение, подготовка и исследование векторных данных средствами GeoPandas

Назначение библиотек NumPy, pandas и GeoPandas при обработке пространственных данных. Структуры GeoSeries и GeoDataFrame. Чтение геометрии и атрибутов из файлов. Просмотр состава полей и типов данных. Отбор объектов по значениям атрибутов. Объединение таблиц по общим признакам. Системы координат и преобразование координат. Подготовка векторных слоёв к совместной обработке. Первичное картографическое представление данных.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 1.3. Пространственные операции в GeoPandas

Геометрические измерения: площади, длины и расстояния. Выбор системы координат с учётом назначения расчётов. Построение буферных зон. Обрезка слоя по границе территории. Наложение слоёв и определение пересечений. Объединение геометрий по общему признаку. Пространственное соединение таблиц. Расчёт характеристик объектов и территорий. Представление результатов на тематических и интерактивных картах; использование библиотеки Leafmap.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 2. Открытые пространственные данные и анализ доступности городской инфраструктуры

Тема 2.1. Получение данных OpenStreetMap через программные интерфейсы

Открытые источники пространственных данных. Назначение OpenStreetMap и структура описания объектов. Атрибуты объектов в виде пар «ключ — значение». Выбор территории и категорий объектов для запроса. Назначение программного интерфейса Overpass API и библиотеки OSMnx. Программное получение данных. Проверка состава полученного набора, обработка отсутствующих значений и сохранение результатов для дальнейшего пространственного анализа.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 2.2. Пространственный анализ доступности городской инфраструктуры

Постановка задачи оценки пространственной доступности объектов социальной инфраструктуры. Отбор школ, медицинских организаций, остановок транспорта, парков и других объектов. Обоснование расстояний и построение буферных зон. Выделение территорий, охваченных и не охваченных зонами доступности. Пространственные запросы и расчёт показателей обеспеченности. Ограничения оценки по расстоянию по прямой и влияние полноты исходных данных. Картографическое представление и содержательная интерпретация результатов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 3. Пространственная индексация и многокритериальная оценка территорий

Тема 3.1. Пространственная индексация и сеточное представление территории. Система H3

Назначение пространственной индексации. Представление территории системой ячеек. Иерархическая пространственная индексация H3. Выбор уровня детализации и построение сетки для исследуемой территории. Отнесение пространственных объектов к ячейкам. Обобщение количественных характеристик: числа объектов, длин и площадей. Влияние уровня детализации на представление результатов. Использование аналитического модуля учебного геоаналитического приложения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 3.2. Многокритериальный геопространственный анализ

Выбор пространственных факторов и показателей для сравнительной оценки территорий. Приведение разноразмерных показателей к сопоставимому виду. Нормирование по минимальному и максимальному значениям. Обработка показателей с постоянными значениями. Направленность показателей и весовые коэффициенты. Построение интегрального показателя как взвешенной оценки. Сравнение результатов при изменении весов. Тематическое картографирование и интерпретация многокритериальной оценки.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 4. Обработка растровых данных и их совместный анализ с векторными данными

Тема 4.1. Основы обработки растровых пространственных данных средствами Rasterio

Растровая модель пространственных данных. Строки, столбцы, каналы и значения ячеек. Пространственное разрешение и границы охвата растра. Система координат и пространственная привязка. Метаданные и обозначение отсутствующих данных. Открытие растрового файла средствами Rasterio, чтение каналов в массивы, просмотр значений и расчёт простых статистических характеристик. Графическое представление растровых данных и сохранение результатов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 4.2. Совместный анализ растровых и векторных данных

Подготовка растровых и векторных данных к совместному использованию. Согласование систем координат и проверка взаимного пространственного положения слоёв. Обрезка растра по границе территории. Маскирование по векторной геометрии. Расчёт статистических характеристик значений растра в пределах полигональных объектов с исключением отсутствующих данных. Присоединение расчётных показателей к атрибутам территорий. Создание итоговой таблицы и тематической карты.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 5. Облачная обработка геопространственных данных в Google Earth Engine

Тема 5.1. Введение в Google Earth Engine и каталог пространственных данных

Назначение облачной платформы Google Earth Engine. Организация доступа и работа из среды Python. Каталог пространственных данных и описание наборов. Изображения и коллекции изображений. Выбор территории исследования. Отбор данных по пространственному охвату и периоду наблюдений. Чтение характеристик выбранного набора. Различие локальной работы с данными и удалённых вычислений. Первичное картографическое представление спутниковых наблюдений.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 5.2. Обработка и картографическое представление данных в Google Earth Engine

Отбор и подготовка коллекций изображений. Выбор каналов и применение вычислений к изображениям. Получение обобщённых характеристик коллекции. Пространственные операции и расчёт тематических показателей. Настройка параметров отображения и последовательности слоёв. Представление исходных данных и результатов обработки на карте. Использование расширенных средств графического и картографического представления данных. Сопоставление полученных результатов с исходными наблюдениями.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 5.3. Прикладной анализ городской территории в Google Earth Engine

Постановка задачи пространственного анализа экологических характеристик городской территории. Выбор исходных данных и исследуемых пространственных показателей. Подготовка данных и последовательное выполнение расчётов. Совместное рассмотрение показателей состояния городской среды. Сравнение участков территории. Картографическое представление результатов. Интерпретация пространственных различий и формулирование выводов с учётом состава, времени получения и ограничений исходных данных.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 5.4. Выгрузка результатов и обработка больших объёмов пространственных данных

Организация обработки пространственных данных в Google Earth Engine. Определение области расчёта и параметров выходных данных. Выгрузка растровых и векторных результатов. Сохранение пространственной привязки, состава атрибутов и характеристик расчёта. Передача результатов для дальнейшего использования в Python и настольных геоинформационных системах. Проверка выгруженных данных. Документирование последовательности обработки и обеспечение воспроизводимости результатов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 6. Основы применения машинного обучения к пространственным данным

Тема 6.1. Введение в машинное обучение для геопространственного анализа

Место машинного обучения в геопространственном анализе. Признаки, целевая характеристика и обучающая выборка. Задачи классификации и регрессии. Подготовка пространственных данных для построения модели. Выполнение учебного примера средствами Google Earth Engine. Разделение данных для обучения и проверки. Первичная оценка качества и интерпретация результатов модели. Картографическое представление рассчитанных классов или числовых характеристик. Ограничения применения модели к новым территориям.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Раздел 7. Разработка геоаналитического приложения и комплексное исследование территории

Тема 7.1. Разработка интерактивного геоаналитического приложения

Структура учебного геоаналитического приложения GeoAnalytics Service. Разделение пользовательского представления и расчётной части. Взаимодействие программных модулей. Применение Streamlit, GeoPandas, OSMnx, H3 и Shapely. Настройка состава исходных объектов, расстояний и весовых коэффициентов. Выполнение пространственных расчётов и построение интерактивной карты. Сохранение результатов. Изменение приложения для решения выбранной прикладной задачи.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

Тема 7.2. Итоговое геоаналитическое исследование и представление результатов

Выполнение законченного исследования выбранной территории. Формулирование пространственной задачи. Выбор источников и подготовка данных. Обоснование методов расчёта. Получение показателей, их картографическое представление и интерпретация. Оформление выводов и ограничений исследования. Подготовка отчёта, интерактивного вычислительного документа или геоаналитического приложения. Представление и обсуждение итоговой работы в рамках текущего контроля.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Просмотр выполненных работ

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 5 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Основы геопространственной аналитики и обработка векторных данных

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4

Тема 1.1. Введение в геопространственную аналитику. Модели пространственных данных

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Подготовить исходный набор пространственных данных и описать территорию, состав объектов, источник и назначение данных.

Тема 1.2. Чтение, подготовка и исследование векторных данных средствами GeoPandas

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Считать выбранный векторный набор данных, выполнить отбор объектов, проверить систему координат и подготовить карту исходных данных.

Тема 1.3. Пространственные операции в GeoPandas

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу по обработке векторных данных: пространственный отбор, геометрические расчёты, соединение слоёв и картографическое представление результата.

Раздел 2. Открытые пространственные данные и анализ доступности городской инфраструктуры

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4

Тема 2.1. Получение данных OpenStreetMap через программные интерфейсы

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Получить из OpenStreetMap объекты выбранных категорий для заданной территории, проверить их атрибуты и сохранить исходные данные.

Тема 2.2. Пространственный анализ доступности городской инфраструктуры

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу по анализу доступности социальной инфраструктуры; представить карту, расчётные показатели и выводы об ограничениях полученной оценки.

Раздел 3. Пространственная индексация и многокритериальная оценка территорий

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4

Тема 3.1. Пространственная индексация и сеточное представление территории. Система H3

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Построить сетку H3 для выбранной территории, рассчитать один показатель по ячейкам и представить его пространственное распределение на карте.

Тема 3.2. Многокритериальный геопространственный анализ

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Сформировать интегральный показатель на основе нескольких пространственных факторов, обосновать веса и сопоставить результаты двух вариантов расчёта.

Раздел 4. Обработка растровых данных и их совместный анализ с векторными данными

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4

Тема 4.1. Основы обработки растровых пространственных данных средствами Rasterio

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу по обработке растровых данных в Rasterio: прочитать растр, исследовать его характеристики и представить результаты обработки.

Тема 4.2. Совместный анализ растровых и векторных данных

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Рассчитать выбранную статистическую характеристику растра в пределах нескольких полигонов и сопоставить полученные значения на карте.

Раздел 5. Облачная обработка геопространственных данных в Google Earth Engine

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4

Тема 5.1. Введение в Google Earth Engine и каталог пространственных данных

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выбрать территорию и период исследования, получить соответствующие спутниковые данные из каталога Google Earth Engine и отобразить их на карте.

Тема 5.2. Обработка и картографическое представление данных в Google Earth Engine

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить тематическую обработку выбранной коллекции спутниковых изображений и представить исходные данные и расчётный показатель на карте.

Тема 5.3. Прикладной анализ городской территории в Google Earth Engine

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу по пространственному анализу экологического благополучия городской территории; представить расчёты, карту и содержательные выводы.

Тема 5.4. Выгрузка результатов и обработка больших объёмов пространственных данных

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить практическую работу по обработке больших пространственных данных в Google Earth Engine и проверить выгруженный результат в среде Python.

Раздел 6. Основы применения машинного обучения к пространственным данным

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4

Тема 6.1. Введение в машинное обучение для геопространственного анализа

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Выполнить учебный пример применения машинного обучения в Google Earth Engine, описать признаки и целевую характеристику, представить результат и его оценку.

Раздел 7. Разработка геоаналитического приложения и комплексное исследование территории

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-2.4 ОПК-7.1 ОПК-7.2 ОПК-7.3 ОПК-7.4

Тема 7.1. Разработка интерактивного геоаналитического приложения

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Изучить исходный код GeoAnalytics Service, изменить состав показателей и параметры расчёта под выбранную задачу, продемонстрировать работу приложения.

Тема 7.2. Итоговое геоаналитическое исследование и представление результатов

Форма контроля/оценочное средство: Просмотр выполненных работ

Вопросы/Задания:

1. Представить итоговое геоаналитическое исследование с описанием задачи, источников, последовательности расчётов, картографических результатов и выводов.

Возможные направления: анализ доступности инфраструктуры, оценка экологических характеристик, сравнение районов по нескольким показателям, исследование пространственного распределения объектов, анализ изменений по спутниковым наблюдениям, совместное использование открытых векторных и спутниковых данных, разработка или изменение геоаналитического приложения.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ОПК-2.1 ОПК-7.1 ОПК-2.2 ОПК-7.2 ОПК-2.3 ОПК-7.3 ОПК-2.4 ОПК-7.4

Вопросы/Задания:

1. Как называется модель пространственных данных, представляющая территорию регулярной сеткой ячеек с одним значением в каждой, в отличие от модели, описывающей объекты точками, линиями и полигонами?

2. Как называется открытый проект, содержащий пространственные данные об объектах местности (дорогах, зданиях, инфраструктуре), в котором каждый объект описывается набором пар «ключ – значение»?

3. Дополните предложение термином:

Библиотека Python, расширяющая структуру DataFrame библиотеки pandas столбцом геометрии и средствами пространственных операций, называется _____.

4. Дополните предложение термином:

Иерархическая система пространственной индексации, представляющая территорию сеткой шестиугольных ячеек разного уровня детализации, называется системой _____.

5. Как называется значение ячейки растра, обозначающее отсутствие измерения в этой ячейке и обычно исключаемое из статистических расчётов?

6. Раскройте содержание понятий точечных, линейных и площадных пространственных объектов: дайте определение каждому типу и приведите пример объекта местности, который обычно представляется каждым из них.

7. Опишите назначение систем координат в геопространственном анализе и объясните, для чего требуется преобразование координат между разными системами при совместной обработке нескольких наборов данных.

8. Раскройте содержание понятия буферной зоны: дайте определение и приведите пример практической задачи геопространственной аналитики, где построение буферной зоны необходимо для последующего пространственного анализа.

9. Объясните назначение программного интерфейса (API) при получении открытых пространственных данных и опишите, чем библиотека OSMnx облегчает получение данных OpenStreetMap по сравнению с прямыми запросами к Overpass API.

10. Раскройте содержание понятий признака и целевой характеристики при построении модели машинного обучения на пространственных данных: дайте определение каждому понятию и объясните разницу между задачами классификации и регрессии применительно к целевой характеристике.

11. Расположите этапы чтения, просмотра и первичной подготовки векторных данных средствами GeoPandas в правильной последовательности.

1. Проверка и преобразование системы координат при необходимости.
2. Первичное картографическое представление подготовленных данных.
3. Чтение геометрии и атрибутов из файла в объект GeoDataFrame.
4. Отбор нужных объектов по значениям атрибутивных полей.
5. Просмотр состава полей и типов данных GeoDataFrame.

12. Расположите этапы решения задачи «определить объекты, попадающие в буферную зону вокруг заданного объекта» в правильной последовательности.

1. Рассчитать площадь или иные характеристики объектов, попавших в результат пересечения.
2. Построить буферную зону вокруг исходного объекта на заданном расстоянии.
3. Выполнить наложение буферной зоны на слой интересующих объектов и получить пересечение.
4. Убедиться в наличии исходных слоёв объекта и территории для анализа.

13. Расположите этапы построения и проверки модели машинного обучения с учителем на пространственных данных в правильной последовательности.

1. Оценить качество модели по предсказаниям на тестовой выборке и интерпретировать результат.
2. Разделить подготовленные данные на обучающую и тестовую выборки.
3. Обучить модель на данных обучающей выборки.
4. Подготовить признаки и целевую характеристику по имеющимся пространственным данным.
5. Получить предсказания обученной модели на тестовой выборке.

14. Расположите этапы построения сеточного представления территории системой H3 и расчёта показателя по ячейкам в правильной последовательности.

1. Рассчитать обобщённый показатель (например, число объектов) для каждой ячейки.
2. Выбрать уровень детализации сетки H3, соответствующий задаче.
3. Отнести имеющиеся пространственные объекты к соответствующим ячейкам сетки.
4. Построить сетку ячеек H3 для выбранной территории исследования.
5. Определить территорию, для которой строится анализ.

15. Расположите этапы обработки и картографического представления коллекции изображений в Google Earth Engine в правильной последовательности.

1. Настроить параметры отображения и порядок слоёв карты.
2. Отобрать и подготовить коллекцию изображений по территории и периоду наблюдений.
3. Представить исходные данные и полученный результат на карте.

4. Получить обобщённую характеристику коллекции, например среднее значение.
5. Выбрать нужные спектральные каналы и применить к изображениям необходимые вычисления.

16. Установите соответствие между понятием машинного обучения и его содержанием.

Признак - Величина, которую модель должна научиться предсказывать по признакам
Целевая характеристика - Задача предсказания, в которой целевая характеристика представляет собой непрерывную числовую величину
Классификация - Измеримая характеристика объекта, используемая моделью для предсказания
Регрессия - Задача предсказания, в которой целевая характеристика представляет собой отдельную категорию

17. Установите соответствие между характеристикой растрового набора данных и её содержанием.

Канал растра - Территория, на которую распространяется содержимое растрового набора
Пространственное разрешение - Соответствие между координатами ячеек растра и их положением на земной поверхности
Пространственная привязка - Размер одной ячейки растра, выраженный в единицах длины на местности
Граница охвата - Отдельная матрица значений, относящаяся к определённой характеристике (например, спектральному диапазону)

18. Установите соответствие между типом пространственного объекта и способом его геометрического представления.

Точечный объект - Задаётся последовательностью координат, образующей ломаную траекторию
Линейный объект - Задаётся замкнутым контуром, ограничивающим территорию
Площадной объект - Задаётся единственной парой координат, не имеет протяжённости в модели

19. Установите соответствие между объектом (понятием) платформы Google Earth Engine и его содержанием.

Image - Систематизированный перечень доступных на платформе наборов данных с их описанием
ImageCollection - Отдельное растровое изображение (снимок), представленное в среде Google Earth Engine
Каталог пространственных данных - Набор из множества отдельных изображений, объединённых для совместной фильтрации и обработки

20. Установите соответствие между программным средством и его назначением.

Streamlit - Библиотека для работы с геометрическими объектами и выполнения геометрических операций над ними
Shapely - Учебное приложение курса для пространственного анализа, объединяющее пользовательское представление и расчётную часть
GeoAnalytics Service - Библиотека для создания интерактивного веб-приложения, представляющего расчёты и карты пользователю

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Пальмов С. В. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие / С. В. Пальмов. - Интеллектуальный анализ данных - Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. - 127 c. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/75376.html - Режим доступа: по подписке

2. Мартынова Н. Г. Моделирование геопространственных данных (практикум): учебное пособие / Н. Г. Мартынова. - Тюмень: ТИУ, 2023. - 95 с. - 978-5-9961-3116-7. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/513658 - Режим доступа: по подписке

3. Олейник Т. А. Статистический анализ данных с использованием языка программирования Python: практикум / Т. А. Олейник. - Москва: МИЭТ, 2023. - 144 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/461597 - Режим доступа: по подписке

4. Золкин А. Л. Математическое моделирование и анализ данных: учебное пособие для вузов / А. Л. Золкин, М. В. Сартаков. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2026. - 128 с. - 978-5-507-51354-3. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/510643 - Режим доступа: по подписке

5. Котельников Е. В. Введение в машинное обучение и анализ данных: учеб. пособие / Е. В. Котельников, А. В. Котельникова. - Киров: ВятГУ, 2023. - 68 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/390698 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Широбокова С. Н. Программирование на языке Python: учебное пособие для лабораторных занятий / С. Н. Широбокова, А. А. Кацупеев, А. В. Сулыз. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2020. - 104 с. - 978-5-9997-0725-3. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/180938 - Режим доступа: по подписке

2. Основы искусственного интеллекта: практические работы по созданию и обучению искусственных нейронных сетей на языке Python / Н. В. Маркина, Э. И. Беленкова, Г. А. Диденко [и др.] - Челябинск: ЮУГМУ, 2023. - 72 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/379403 - Режим доступа: по подписке

3. Программные системы статистического анализа. Обнаружение закономерностей в данных с использованием системы R и языка Python: учебное пособие / В. М. Волкова, М. А. Семёнова, Е. С. Четвертакова, С. С. Вожов. - Новосибирск: НГТУ, 2017. - 74 с. - 978-5-7782-3183-2. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/118287 - Режим доступа: по подписке

4. Андропова О. Ю. Искусственный интеллект и язык программирования Python: учебное пособие / О. Ю. Андропова, И. И. Васильева, Н. А. Гнездилова. - Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2024. - 106 с. - 978-5-00151-413-8. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/462479 - Режим доступа: по подписке

5. Колесников А. А. Базы пространственных данных: учебно-методическое пособие / А. А. Колесников, П. Ю. Бугаков. - Новосибирск: СГУГиТ, 2022. - 87 с. - 978-5-907513-38-9. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/317426 - Режим доступа: по подписке

6. Геоинформационные системы: пространственный анализ и геомоделирование: учебно-методическое пособие / А. В. Дубровский, О. И. Малыгина, В. Н. Никитин, Е. Д. Подрядчикова. - Новосибирск: СГУГиТ, 2021. - 87 с. - 978-5-907320-90-1. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/222335 - Режим доступа: по подписке

7. Ямашкин С. А. Системный анализ пространственных данных / С. А. Ямашкин, А. А. Ямашкин. - Саранск: МГУ им. Н.П. Огарева, 2020. - 44 с. - 978-5-7103-4050-9. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/204680 - Режим доступа: по подписке

8. Никульчев Е. В. Системы сбора и предобработки данных. Методы статистического анализа с использованием Google Colab / Е. В. Никульчев, А. С. Алексеенко, Д. Ю. Ильин. - Москва: РТУ МИРЭА, 2023. - 121 с. - 978-5-7339-1948-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/382739 - Режим доступа: по подписке

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

1. https://developers.google.com/earth-engine/datasets - Каталог геопространственных данных Google Earth Engine

Ресурсы «Интернет»

1. https://docs.python.org/3/index.html - Техническая документация по языку программирования Python

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)
1. Microsoft Visual Studio;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)
Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс
Маркерная доска - 0 шт.
Моноблок - 16 шт.
Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

При освоении дисциплины «Геопространственная аналитика» самостоятельная работа включает изучение предоставленных материалов, подготовку исходных данных, выполнение пространственных расчётов, оформление карт и анализ полученных результатов. Исходные данные, параметры обработки и последовательность действий необходимо фиксировать в интерактивном вычислительном документе либо в составе программного проекта.

Перед пространственными расчётами необходимо проверять системы координат, состав атрибутов, пространственный охват и наличие отсутствующих значений. Выбор источников, способов обработки, аналитических показателей и параметров их объединения должен соответствовать поставленной задаче. Полученные результаты следует сопровождать содержательными выводами и указанием ограничений исследования.

Итоговая работа выполняется как законченное исследование выбранной территории. Возможные направления: анализ доступности инфраструктуры, оценка экологических характеристик, сравнение районов по нескольким показателям, исследование пространственного распределения объектов, анализ изменений по спутниковым наблюдениям, совместное использование открытых векторных и спутниковых данных, разработка или изменение геоаналитического приложения. Представление работы проводится

в рамках текущего контроля.
Дополнительные материалы повышенной сложности, выделенные в описании курса, не входят в обязательное содержание дисциплины и не включаются в задания промежуточной аттестации.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации:
1. Какая модель данных наиболее непосредственно представляет здания отдельными площадными объектами?
2. Как представлены пространственные данные в растровой модели?
3. Какое свойство отличает GeoDataFrame от обычной таблицы pandas при работе с геометрией?
4. Для чего используются метаданные пространственного набора?
5. С чего следует начинать прикладное геоаналитическое исследование?
6. Какое условие необходимо для содержательного объединения двух таблиц по атрибуту?
7. Какую задачу решает отбор объектов по значениям атрибутов?
8. Что определяет система координат пространственного набора?
9. Какую операцию выполняет метод to_crs() в GeoPandas?
10. Как следует подготовить данные для вычисления плоских расстояний в метрах?
11. Что представляет собой буферная зона пространственного объекта?
12. Каково назначение операции обрезки векторного слоя по границе территории?
13. Что позволяет получить пересечение при наложении двух полигональных слоёв?
14. Для чего применяется объединение геометрий по общему признаку?
15. На каком основании выполняется пространственное соединение таблиц?
16. Как в OpenStreetMap обычно задаётся характеристика объекта?
17. Для чего используется программный интерфейс при получении открытых данных?
18. Какова роль библиотеки OSMnx в рассматриваемом курсе?
19. Какие параметры прежде всего задаются при запросе объектов инфраструктуры?
20. Какой вывод обоснован, если в полученном наборе OpenStreetMap отсутствует нужная категория объектов?
21. Что характеризует буферный анализ доступности по расстоянию по прямой?
22. Каким способом можно определить число точечных объектов в пределах района?
23. Для чего предназначена система H3?
24. Что в общем случае происходит при переходе к более высокому уровню разрешения H3?
25. Что означает обобщение показателя по ячейкам сетки?
26. Зачем нормируют показатели перед их объединением в интегральную оценку?
27. Чему равно нормированное значение x = 20 при минимуме 10 и максимуме 50, если применяется формула (x − минимум) / (максимум − минимум)?
28. Что необходимо учесть при нормировании показателя, имеющего одинаковое значение во всех объектах?
29. Два нормированных показателя равны 0,8 и 0,2; их веса равны 0,75 и 0,25. Чему равна взвешенная сумма?
30. Что позволяет проверить повторный расчёт интегрального показателя с другими обоснованными весами?
31. Что представляет собой канал растрового набора?
32. Что характеризует пространственное разрешение растра?
33. Что описывают границы пространственного охвата растра?
34. Как следует учитывать отсутствующие значения при расчёте среднего по растровой области?
35. Каково назначение маскирования растра по векторному полигону?
36. Что понимается под расчётом статистик растра по полигональным территориям?
37. Какой объект Google Earth Engine используется для представления одного растрового изображения?
38. Какой объект Google Earth Engine представляет коллекцию изображений?

39. Для чего применяется пространственный отбор спутниковых изображений?
40. Для чего задаётся период наблюдений при отборе коллекции?
41. Что позволяет получить обобщение значений коллекции изображений, например вычисление среднего?
42. В чём состоит особенность вычислений на платформе Google Earth Engine?
43. Для чего выгружают результаты из Google Earth Engine?
44. Что необходимо проверить после выгрузки пространственных результатов?
45. Какие данные необходимы для обучения модели с учителем?
46. Какой результат соответствует задаче регрессии?
47. Для чего выделяют данные, не использованные при обучении модели?
48. Почему оценка модели только на обучающих данных недостаточна?
49. Для чего применяется Streamlit в итоговой части курса?
50. Какой набор результатов соответствует законченному геоаналитическому исследованию?

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.