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
18 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.03 СБОР И ОБРАБОТКА ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ»

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 09.04.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки: Анализ больших пространственных данных

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 2 года

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

Москва, 2025

Разработчики:
Преподаватель кафедры Информатики и геоинформационных технологий Груздев С. С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 916

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	14.10.2024, № 10-24

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 поиска, получения, оценки качества и подготовки к анализу открытых пространственных данных из разнородных источников (картографических, дистанционного зондирования Земли, краудсорсинговых, государственных).

Задачи изучения дисциплины:

- изучение видов и источников открытых пространственных данных, их форматов, систем координат, правовых условий использования;;
- освоение способов получения данных: выгрузок, веб-сервисов OGC и программных интерфейсов, а также их автоматизации с помощью скриптов;;
- формирование умений оценивать качество полученных наборов, выполнять их предобработку, интеграцию, загрузку в хранилище и документирование..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-1 Способен выполнять работы по сбору, обработке и анализу больших пространственных данных

ПК-1.1 Собирает большие пространственные данные

Знать:

ПК-1.1/Зн6 Источники, форматы и условия использования открытых пространственных данных (векторных, растровых, данных дистанционного зондирования), способы их получения с помощью выгрузок, веб-сервисов и программных интерфейсов.

Уметь:

ПК-1.1/Ум5 Выбирать источники открытых пространственных данных с учётом территории, актуальности, полноты и лицензии и получать из них данные с помощью стандартных сервисов и программных интерфейсов.

Владеть:

ПК-1.1/Нв5 Навыками автоматизированного сбора открытых пространственных данных из нескольких источников с фиксацией источника, даты получения и условий использования.

ПК-1.2 Обрабатывает большие пространственные данные

Знать:

ПК-1.2/Зн7 Показатели и методы оценки качества пространственных данных, приёмы их предобработки и интеграции: приведение к единой системе координат, исправление геометрий, гармонизация атрибутов, объединение источников.

Уметь:

ПК-1.2/Ум7 Оценивать качество полученных наборов пространственных данных, выполнять их предобработку и интеграцию средствами ГИС и скриптовых инструментов.

Владеть:

ПК-1.2/Нв7 Навыками подготовки согласованного набора пространственных данных из разнородных открытых источников и его размещения в хранилище.

ПК-1.3 Анализирует большие пространственные данные

Знать:

ПК-1.3/Зн10 Принципы построения автоматизированных конвейеров сбора и обработки пространственных данных, стандарты и способы описания наборов данных (метаданные, происхождение данных).

Уметь:

ПК-1.3/Ум10 Проектировать и реализовывать воспроизводимый конвейер сбора и подготовки открытых пространственных данных, документировать получаемые наборы и проводить их первичный анализ.

Владеть:

ПК-1.3/Нв10 Навыками разработки и отладки скриптов сбора и обработки данных, подготовки паспорта набора данных и отчёта о полноте и качестве собранных данных.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.03 «Сбор и обработка открытых пространственных данных» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

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)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
4 семестр	144	4	16	48	80	Зачет с оценкой
Всего	144	4	16	48	80	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Открытые пространственные данные: понятия, права, форматы	**18**	**2**	**6**	**10**	ПК-1.1

Тема 1.1. Понятие, классификация и лицензирование открытых пространственных данных	9	1	3	5	
Тема 1.2. Модели, форматы, системы координат и метаданные	9	1	3	5	
Раздел 2. Открытые векторные данные	**18**	**2**	**6**	**10**	ПК-1.1
Тема 2.1. OpenStreetMap как источник данных	9	1	3	5	
Тема 2.2. Государственные и глобальные векторные источники	9	1	3	5	
Раздел 3. Открытые растровые данные и данные дистанционного зондирования Земли	**18**	**2**	**6**	**10**	ПК-1.1
Тема 3.1. Открытые данные дистанционного зондирования Земли	9	1	3	5	
Тема 3.2. Цифровые модели рельефа и глобальные растровые продукты	9	1	3	5	
Раздел 4. Программные способы получения пространственных данных	**18**	**2**	**6**	**10**	ПК-1.1
Тема 4.1. Веб-сервисы OGC и каталоги данных	9	1	3	5	
Тема 4.2. Автоматизированный сбор данных через API и веб-ресурсы	9	1	3	5	
Раздел 5. Оценка качества, предобработка и интеграция данных	**36**	**4**	**12**	**20**	ПК-1.2 ПК-1.3
Тема 5.1. Оценка качества пространственных данных	18	2	6	10	
Тема 5.2. Предобработка и интеграция векторных и растровых данных	18	2	6	10	
Раздел 6. Хранение, автоматизация и документирование данных	**36**	**4**	**12**	**20**	ПК-1.2 ПК-1.3
Тема 6.1. Хранение данных и конвейеры сбора и обработки	18	2	6	10	
Тема 6.2. Документирование и первичный анализ собранных данных	18	2	6	10	
Итого	**144**	**16**	**48**	**80**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Открытые пространственные данные: понятия, права, форматы

Тема 1.1. Понятие, классификация и лицензирование открытых пространственных данных

Понятие открытых данных, критерии открытости, принципы FAIR. Классификация источников: государственные, международные, краудсорсинговые, коммерческие с открытой частью. Правообладатели и лицензии (ODbL, CC BY, CC0, лицензии органов власти): требования атрибуции и распространения производных данных, совместимость лицензий. Правовые и этические аспекты использования данных.

Тема 1.2. Модели, форматы, системы координат и метаданные

Векторная и растровая модели данных. Форматы: Shapefile, GeoJSON, GeoPackage, GeoParquet, GeoTIFF, Cloud Optimized GeoTIFF, NetCDF. Географические и проекционные системы координат, коды EPSG, преобразование координат. Метаданные (ISO 19115, INSPIRE). Чтение и просмотр данных средствами GDAL/OGR и QGIS.

Раздел 2. Открытые векторные данные

Тема 2.1. OpenStreetMap как источник данных

История и организация проекта OpenStreetMap. Модель данных: узлы, пути, отношения, теги. Принципы тегирования объектов. Способы получения данных: региональные выгрузки (Geofabrik, файлы PBF), Overpass API и язык запросов Overpass QL, геокодер Nominatim, библиотека OSMnx. Особенности и ограничения: отсутствие жёсткой схемы, неоднородность полноты и детальности.

Тема 2.2. Государственные и глобальные векторные источники

Глобальные источники: Natural Earth, GADM, GeoNames, Overture Maps, Wikidata. Российские источники: порталы открытых данных федеральных органов власти и субъектов РФ, Национальная система пространственных данных, ЕМИСС. Особенности форматов, версионности, ограничений доступа и условий использования.

Раздел 3. Открытые растровые данные и данные дистанционного зондирования Земли

Тема 3.1. Открытые данные дистанционного зондирования Земли

Программы Sentinel (Copernicus), Landsat (USGS), MODIS и VIIRS (NASA). Пространственное, спектральное и временное разрешение, полоса обзора, повторяемость съёмки. Уровни обработки продуктов (L1C, L2A), облачность и маски качества. Каталоги и поиск сцен: Copernicus Data Space Ecosystem, EarthExplorer, STAC-каталоги; облачные платформы как источники данных.

Тема 3.2. Цифровые модели рельефа и глобальные растровые продукты

Цифровые модели рельефа: SRTM, ASTER GDEM, Copernicus DEM. Растровые продукты земного покрова (ESA WorldCover, Dynamic World, CORINE), населения (WorldPop, GHSL) и климата (ERA5, WorldClim). Форматы и тайловая организация, версии продуктов, оценка пригодности продукта для решаемой задачи.

Раздел 4. Программные способы получения пространственных данных

Тема 4.1. Веб-сервисы OGC и каталоги данных

Стандарты OGC: WMS, WFS, WMTS, WCS, OGC API Features. Запросы GetCapabilities, GetMap, GetFeature, GetCoverage, параметры запросов (область, система координат, фильтры), ограничения на число объектов. Подключение к сервисам в QGIS и с помощью библиотеки OWSLib. Каталоги данных и поиск через STAC API.

Тема 4.2. Автоматизированный сбор данных через API и веб-ресурсы

REST API и формат JSON; аутентификация (ключи, токены). Постраничная выдача, ограничения частоты запросов, обработка ошибок и повторные запросы. Геокодирование и правила использования сервисов геокодирования. Сбор данных с веб-страниц: разбор HTML, файл robots.txt, правовые и этические ограничения. Хранение исходных ответов сервера.

Раздел 5. Оценка качества, предобработка и интеграция данных

Тема 5.1. Оценка качества пространственных данных

Элементы качества по ISO 19157: полнота, логическая согласованность, позиционная, тематическая и временная точность. Внутренняя и внешняя оценка качества. Оценка полноты по ячейкам регулярной сетки. Пространственная неоднородность краудсорсинговых данных. Топологические проверки и протокол проверки набора данных.

Тема 5.2. Предобработка и интеграция векторных и растровых данных

Приведение к единой системе координат, исправление геометрий, очистка и стандартизация атрибутов, согласование классификаторов. Объединение слоёв, поиск дубликатов, сопоставление объектов из разных источников (конфляция). Растровая предобработка: мозаика, перепроекция, обрезка по границе, ресемплинг, маскирование облачности, приведение к единой сетке.

Раздел 6. Хранение, автоматизация и документирование данных

Тема 6.1. Хранение данных и конвейеры сбора и обработки

Хранилища пространственных данных: GeoPackage, PostgreSQL/PostGIS, облачные форматы (Cloud Optimized GeoTIFF, GeoParquet). Пространственные индексы, загрузка данных с помощью ogr2ogr. Структура конвейера извлечения, преобразования и загрузки (ETL), журналирование, обработка ошибок, идемпотентность. Планирование периодического запуска. Каталогизация больших растровых данных.

Тема 6.2. Документирование и первичный анализ собранных данных

Паспорт набора данных и метаданные (ISO 19115). Происхождение данных, версионирование, воспроизводимость. Описательная статистика собранных данных, оценка репрезентативности и покрытия территории. Визуализация: статические и интерактивные карты. Подготовка отчёта о полноте и качестве набора данных.

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, 4 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3

Вопросы/Задания:

1. Какая из лицензий семейства Creative Commons передаёт произведение в общественное достояние в максимально возможной степени и не требует от пользователя даже указания автора?

2. Как называется спецификация, задающая единообразное описание и программный поиск пространственно-временных ресурсов (например, спутниковых сцен) и применяемая в открытых каталогах данных дистанционного зондирования?

3. Один канал снимка Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м покрывает участок размером 5 × 4 км. Сколько ячеек (пикселей) содержит растр этого канала для данного участка?

4. Дополните предложение термином:

Элемент модели данных OpenStreetMap, представляющий собой упорядоченный список узлов и применяемый для описания линейных объектов и контуров площадных объектов, называется _____.

5. Каким кодом в реестре EPSG обозначается географическая система координат WGS 84, в которой по умолчанию задаются координаты в формате GeoJSON?

6. Раскройте содержание понятия открытых пространственных данных: назовите критерии открытости, объясните роль лицензии и укажите, какие условия использования накладывают лицензии ODbL и CC BY.

7. Сравните продукты Sentinel-2 уровней обработки L1C и L2A: объясните, чем они различаются и для какой задачи предпочтителен уровень L2A.

8. Опишите модель данных OpenStreetMap: назовите типы элементов и способ описания их свойств и объясните, какие затруднения при получении тематического слоя вызывает такой способ описания.

9. Объясните различие между сервисами WMS и WFS с точки зрения получения данных и укажите, какой из них подходит для выгрузки векторных объектов с атрибутами для последующего анализа.

10. Раскройте содержание конвейера извлечения, преобразования и загрузки (ETL) применительно к пространственным данным и объясните, что такое идемпотентность загрузки и почему она важна.

11. Расположите этапы получения данных OpenStreetMap для территории с помощью Overpass API в правильной последовательности.

1. Сохранить результат в GeoPackage с явным указанием системы координат.
2. Преобразовать элементы ответа (узлы, пути) в геометрии и таблицу атрибутов.
3. Определить территорию выгрузки и теги, по которым отбираются объекты.
4. Сформулировать запрос на языке Overpass QL с границей области и фильтрами по тегам.
5. Отправить запрос к серверу и получить ответ в формате JSON.

12. Расположите этапы получения спутниковых сцен на территорию через программный интерфейс открытого каталога в правильной последовательности.

1. Отправить в каталог поисковый запрос с пространственным и временным фильтрами и ограничением по облачности.
2. Извлечь из описания выбранных сцен ссылки на файлы нужных каналов.
3. Загрузить только нужные каналы и фрагменты, обрезав их по границе территории.
4. Задать территорию интереса и период съёмки.
5. Отобрать из найденных сцен наиболее подходящие по облачности и дате.

13. Расположите этапы подготовки единого векторного слоя из нескольких открытых источников в правильной последовательности.

1. Согласовать схему атрибутов: названия полей и значения классификаторов.
2. Определить систему координат каждого исходного слоя.
3. Объединить слои и удалить дублирующиеся объекты.
4. Проверить корректность геометрий в единой системе координат и исправить ошибки.
5. Преобразовать все слои в единую систему координат.

14. Расположите этапы массовой выгрузки данных из постраничного программного интерфейса с ограничением частоты запросов в правильной последовательности.

1. Получить ключ доступа и выполнить пробный запрос на небольшом фрагменте территории.
2. Сохранить полученные ответы в необработанном виде с указанием даты и параметров запроса.
3. Изучить условия использования и документацию сервиса: лимиты запросов, формат ответа, способ постраничной выдачи.
4. Объединить страницы и сверить число полученных объектов с общим числом, заявленным сервисом.
5. Запросить все страницы последовательно, выдерживая паузы между запросами и повторяя запрос при временных ошибках.

15. Расположите этапы оценки полноты слоя зданий, полученного из открытого источника, относительно эталонного слоя в правильной последовательности.

1. Разбить территорию сравнения на ячейки регулярной сетки.
2. Подсчитать в каждой ячейке суммарную площадь зданий в обоих наборах.
3. Выбрать эталонный набор данных и территорию сравнения.
4. Рассчитать отношение показателей проверяемого и эталонного наборов и отобразить его на карте.
5. Привести оба набора к единой проекционной системе координат, пригодной для расчёта площадей.

16. Установите соответствие между форматом пространственных данных и его особенностью.

GeoPackage - Набор из нескольких связанных файлов, в котором названия атрибутивных полей ограничены десятью символами
GeoJSON - Растровый файл с внутренним тайловым разбиением и уменьшенными копиями, позволяющий читать нужный фрагмент по сети без загрузки всего файла
Shapefile - Единый файл на основе встраиваемой реляционной базы данных, способный хранить несколько слоёв и таблиц
Cloud Optimized GeoTIFF - Текстовый формат обмена объектами с геометрией и свойствами, координаты в котором по умолчанию задаются в WGS 84

17. Установите соответствие между стандартом OGC и типом данных, который он возвращает по запросу.

WMS - Заранее нарезанные плитки карты в фиксированной сетке масштабов
WFS - Растровые покрытия с исходными значениями ячеек, а не их отрисованное изображение
WCS - Векторные объекты с геометрией и атрибутами, доступные для фильтрации
WMTS - Изображение карты, отрисованное сервером по заданным слоям и стилю

18. Установите соответствие между открытым источником пространственных данных и типом предоставляемых им данных.

Copernicus DEM - Справочник топонимов с координатами и сведениями о численности населения
ESA WorldCover - Глобальный растр высот земной поверхности
GeoNames - Мелкомасштабные векторные границы государств и природные объекты для карт мира
Natural Earth - Растровая классификация земного покрова с разрешением 10 м

19. Установите соответствие между элементом качества пространственных данных и ситуацией, в которой он нарушен.

Полнота - Границы соседних участков в слое перекрываются, а поле этажности содержит отрицательные значения
Логическая согласованность - Часть объектов слоя отражает ситуацию, изменившуюся на местности за последние годы
Позиционная точность - В слое отсутствует заметная часть объектов, существующих на местности в границах его охвата
Актуальность - Оси дорог слоя смещены на несколько метров относительно эталонных ортофотопланов

20. Установите соответствие между понятием хранения и обработки пространственных данных и его содержанием.

Пространственный индекс - Свойство процедуры, при котором повторный запуск с теми же входными данными не меняет итоговое содержимое хранилища
SRID - Проверка объектов на соответствие правилам построения, например на самопересечения полигонов
Идемпотентность загрузки - Числовой идентификатор, связывающий геометрию в таблице с определением системы координат
Валидация геометрий - Вспомогательная структура, ускоряющая выборку объектов по области

за счёт иерархического ограничения поиска

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Зольников И. Д. Введение в геоинформационные системы и дистанционное зондирование: учебно-методическое пособие / И. Д. Зольников, Н. В. Глушкова. - Введение в геоинформационные системы и дистанционное зондирование - Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2023. - 88 с. - 978-5-4437-1498-1. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/134567.html - Режим доступа: по подписке

2. Терехин Э. А. Геоинформационная обработка данных дистанционного зондирования с использованием программы QGIS: учебное пособие / Э. А. Терехин, А. Г. Нарожняя. - Белгород: НИУ БелГУ, 2023. - 78 с. - 978-5-9571-3447-3. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/399455 - Режим доступа: по подписке

3. Щербаков В. В. Геоинформационная система и ГИС-технологии: учебно-методическое пособие / В. В. Щербаков. - Новосибирск: СГУПС, 2022. - 36 с. - 978-5-00148-318-2. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/356279 - Режим доступа: по подписке

4. 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

Дополнительная литература

1. Дистанционное зондирование и фотограмметрия / . - Омск: СибАДИ, 2020. - 210 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/149558 - Режим доступа: по подписке

2. Дистанционное зондирование и фотограмметрия / . - Омск: СибАДИ, 2020. - 234 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/163803 - Режим доступа: по подписке

3. Ахметов Р. Ш. Геоинформационные технологии в науках о Земле / Р. Ш. Ахметов, В. П. Петрищев, И. А. Степанова. - Оренбург: ОГУ, 2023. - 118 с. - 978-5-7410-3036-3. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/422822 - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

1. https://www.openstreetmap.org/ - OpenStreetMap — открытые пространственные данные

Ресурсы «Интернет»

1. https://browser.dataspace.copernicus.eu/ - Геопортал, через который могут быть получены космические снимки Sentinel

2. https://earthexplorer.usgs.gov/ - Геопортал, через который могут быть получены космические снимки Landsat

3. https://stacspec.org - Спецификация STAC и каталог открытых спутниковых данных

4. https://www.ogc.org/standards - Стандарты Open Geospatial Consortium

5. https://nspd.gov.ru/#top_section - Портал пространственных данных Национальная система пространственных данных (НСПД)

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. QGIS;

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

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 12 шт.
Интерактивная доска - 1 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.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации:
1. Охарактеризуйте понятие открытых пространственных данных: назовите критерии открытости, объясните роль лицензии и укажите условия, которые накладывают лицензии ODbL и CC BY.
2. Опишите модель данных OpenStreetMap и объясните, какие затруднения возникают при получении тематического слоя на основе тегов.
3. Сравните продукты Sentinel-2 уровней L1C и L2A и обоснуйте выбор продукта для задачи оценки состояния растительного покрова.
4. Необходимо подготовить слои зданий и дорожной сети города и цифровую модель рельефа. Предложите источники, форматы и способы получения данных, проверьте совместимость их лицензий.
5. Объясните различия между сервисами WMS, WFS и WCS и укажите, какой из них следует использовать для получения векторных объектов с атрибутами.
6. Опишите процесс оценки качества краудсорсингового слоя: какие элементы качества проверяются и чем внутренняя оценка отличается от внешней.
7. Опишите порядок ответственной массовой выгрузки данных через API с ограничением частоты запросов и постраничной выдачей.
8. Раскройте содержание конвейера извлечения, преобразования и загрузки (ETL) применительно к пространственным данным и объясните, что такое идемпотентность загрузки.
9. Два набора данных об одной территории получены в разных системах координат и с разными схемами атрибутов. Опишите последовательность действий по их объединению и способы контроля результата.
10. Составьте перечень сведений, которые должен содержать паспорт (метаданные) набора

данных, и объясните, для чего нужно описание происхождения данных.

11. Сравните форматы GeoPackage и Shapefile с точки зрения хранения собранных данных и обоснуйте выбор формата.

12. Опишите способ организации хранения и получения больших растровых данных с использованием Cloud Optimized GeoTIFF и каталога STAC.

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.