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 информационно-измерительных систем

**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.07 СИСТЕМЫ СБОРА БОЛЬШИХ 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: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:
Старший преподаватель кафедры
Информационно-измерительных систем Белышева Ю. В.

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 профессиональных компетенций в области проектирования, реализации и оптимизации систем сбора, хранения и обработки больших объемов пространственных данных (Big Spatial Data), включая навыки работы с геоинформационными системами (ГИС), сенсорными сетями, спутниковыми данными и облачными платформами для решения задач прикладной информатики в сферах урбанистики, экологии, транспорта и геоаналитики.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить архитектуру и технологии сбора пространственных данных из разнородных источников (датчики IoT, дроны, спутниковые снимки, crowdsourcing);
- освоить методы предобработки, интеграции и хранения больших пространственных данных с использованием распределенных систем (Hadoop, Spark, GeoSpark);
- научить анализировать и визуализировать большие пространственные данные для принятия решений в реальных проектах, с учетом масштабируемости и безопасности.

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/Зн1 Методы и средства поиска и получения, систематизации и обработки аэрокосмической информации и снимков местности

Уметь:

ПК-1.1/Ум1 Планировать процессы и этапы обработки(получения) данных фотографической, оптико-электронной и других видов аэрокосмических съемок для решения определенного круга производственных и научных задач

Владеть:

ПК-1.1/Нв1 Методами планирования аэросъемочного процесса для получения изображений с заданными параметрами

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.07 «Системы сбора больших пространственных данных» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 2.

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	доемкость сы)	доемкость ЗЕТ)	ые занятия сы)	ие занятия сы)	ьная работа сы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая тру (ча	Общая тру (ЗЕ	Лекционни (ча	Практическ (ча	Самостоятел (ча	Промежуточн (ча
2 семестр	108	3	17	34	57	Зачет с оценкой
Всего	108	3	17	34	57	

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. Теоретические основы больших пространственных данных	**36**	**5**	**11**	**20**	ПК-1.1
Тема 1.1. Концепции Big Spatial Data и их специфика	18	2	6	10	
Тема 1.2. Источники и форматы пространственных данных	18	3	5	10	
Раздел 2. Технологии сбора и хранения данных	**37**	**6**	**11**	**20**	ПК-1.1
Тема 2.1. Архитектуры систем сбора (IoT, дроны, crowdsourcing)	18	2	6	10	
Тема 2.2. Распределенные хранилища для пространственных данных	19	4	5	10	
Раздел 3. Обработка и анализ больших пространственных данных	**35**	**6**	**12**	**17**	ПК-1.1
Тема 3.1. Инструменты обработки (Apache Spark, GeoSpark, GeoMesa)	17	2	7	8	
Тема 3.2. Визуализация и применение в проектах	18	4	5	9	
Итого	**108**	**17**	**34**	**57**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Теоретические основы больших пространственных данных

Тема 1.1. Концепции Big Spatial Data и их специфика

Определение, характеристики (Volume, Velocity, Variety, Veracity для пространственных данных), сравнение с традиционными ГИС.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 1.2. Источники и форматы пространственных данных

Классификация источников (спутниковые, сенсорные, социальные), стандарты (GeoJSON, Shapefile, KML).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Технологии сбора и хранения данных

Тема 2.1. Архитектуры систем сбора (IoT, дроны, crowdsourcing)

Протоколы (MQTT, CoAP), платформы (ThingsBoard, FIWARE), примеры интеграции.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.2. Распределенные хранилища для пространственных данных

HBase, Cassandra с Geo-extensions, PostGIS на кластерах, облачные сервисы (AWS S3, Google Earth Engine).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 3. Обработка и анализ больших пространственных данных

Тема 3.1. Инструменты обработки (Apache Spark, GeoSpark, GeoMesa)

MapReduce для пространственных запросов, пространственный джойн, индексация R-tree/Hilbert.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 3.2. Визуализация и применение в проектах

Библиотеки (Leaflet, Kepler.gl, Deck.gl), кейсы в урбанистике и экологии, оценка производительности.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

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, 2 семестр.

Зачет оценивается по пятибалльной шкале:

- зачтено с оценкой «отлично» выставляется, если обучающийся имеет глубокие, исчерпывающие знания в объеме освоенной программы; знание основной (обязательной) литературы; дает правильные и уверенные ответы, свидетельствующие о наличии твердых знаний и навыков в использовании технических средств; полное, четкое, грамотное и логически стройное изложение материала; демонстрирует свободное применение теоретических знаний при анализе практических вопросов;
- зачтено с оценкой «хорошо» выставляется обучающемуся в случае соблюдения тех же требований, но наличии в ответе обучающегося по некоторым перечисленным показателям недостатков принципиального характера, что вызывает замечания или поправки преподавателя;
- зачтено с оценкой «удовлетворительно» выставляется обучающемуся в случае соблюдения тех же требований, но в случае наличия в ответе ошибок, необходимости существенной помощи в виде поправок и наводящих вопросов преподавателя;
- не зачтено («не удовлетворительно») – обучающийся не смог ответить на 2/3 вопросов; не справился с практическим заданием или выполнено менее 50 % практических заданий.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Теоретические основы больших пространственных данных

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 1.1. Концепции Big Spatial Data и их специфика

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что входит в "V" характеристики Big Spatial Data?

1. Volume, Velocity, Variety
2. Vector, Value, Volume
3. Velocity, Veracity, Value
4. Variety, Vector, Veracity

2. Чем Big Spatial Data отличается от традиционных ГИС?

1. Масштабом и скоростью обработки
2. Только визуализацией

3. Отсутствием координат
4. Использованием только векторных данных

3. Что такое Veracity в контексте пространственных данных?

1. Достоверность и качество данных
2. Объем данных
3. Скорость потока
4. Разнообразие форматов

4. Основная проблема Big Spatial Data?

1. Масштабируемость хранения и анализа
2. Отсутствие визуализации
3. Малый объем данных
4. Только 2D-анализ

5. Пример специфики пространственных данных?

1. Линейная структура
2. Неравномерная плотность и топология
3. Игнорирование времени
4. Только числовые значения

6. Какой формат для векторных данных?

1. CSV
2. GeoJSON
3. XML
4. JPEG

7. Основной источник спутниковых данных?

1. Таблицы Excel
2. Landsat или Sentinel
3. Бумажные карты
4. Социальные сети

8. Что такое Shapefile?

1. Протокол передачи
2. Растровый формат
3. Формат ESRI для векторных данных
4. База данных SQL

9. Пример crowdsourcing-источника?

1. Локальная БД
2. GPS-навигатор
3. OpenStreetMap
4. Книжный атлас

10. Стандарт для 3D-данных?

1. JSON
2. KML
3. TXT
4. PNG

Тема 1.2. Источники и форматы пространственных данных

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Протокол для IoT в сборе данных?

1. SMTP
2. FTP
3. MQTT
4. HTTP

2. Платформа для IoT-данных?

1. Photoshop
2. Excel
3. WordPress
4. ThingsBoard

3. Преимущество дронов в сборе?

1. Только 2D
2. Низкая стоимость
3. Высокая детализация в реальном времени
4. Глобальное покрытие

Раздел 2. Технологии сбора и хранения данных

Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 2.1. Архитектуры систем сбора (IoT, дроны, crowdsourcing)

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Crowdsourcing пример?

1. Архивы
2. Waze для трафика
3. Лабораторные датчики
4. Бумажные опросы

2. CoAP используется для?

1. Файлового хранения
2. Электронной почты
3. Легковесного IoT
4. Веб-сайтов

3. Хранилище NoSQL с Geo?

1. FoxPro
2. HBase
3. Access
4. MySQL

Тема 2.2. Распределенные хранилища для пространственных данных

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. PostGIS расширяет?

1. Hadoop
2. PostgreSQL для пространственных запросов
3. Excel
4. Oracle

2. Облачный сервис для пространственных?

1. GitHub
2. Google Earth Engine
3. OneDrive
4. Dropbox

3. Cassandra подходит для?

1. Изображений
2. Высоконагруженных пространственных данных
3. Только текстовых
4. Малых БД

4. AWS сервис для хранения?

1. Route53

2. S3 с Geo
3. Lambda
4. EC2

Раздел 3. Обработка и анализ больших пространственных данных
Контролируемые ИДК: ПК-1.1

Тема 3.1. Инструменты обработки (Apache Spark, GeoSpark, GeoMesa)
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. GeoSpark расширяет?
1. Python pandas
2. Spark для пространственного анализа
3. SQL Server
4. Hadoop MapReduce
2. Индекс для пространственных запросов?
1. Linear
2. R-tree
3. Hash
4. B-tree
3. GeoMesa для чего?
1. Графиков
2. Масштабируемого spatio-temporal хранения
3. Малых данных
4. Только визуализации
4. MapReduce в пространственном?
1. Визуализация
2. Параллельный джойн полигонов
3. Только сортировка
4. Линейный поиск
5. Hilbert curve используется для?
1. Векторизации
2. Линеаризации пространственных индексов
3. Статистики
4. Кривых Безье

Тема 3.2. Визуализация и применение в проектах
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Библиотека для веб-визуализации?
1. Ggplot
2. Leaflet
3. Seaborn
4. Matplotlib
2. Kepler.gl для чего?
1. Графиков
2. Интерактивных карт Big Data
3. Таблиц
4. 3D-моделей
3. Кейс урбанистики?
1. Медицина
2. Анализ трафика с IoT-данными

3. Финансы
4. Погода

4. Deck.gl преимущество?

1. Нет зума
2. GPU-ускорение для миллионов точек
3. Медленная отрисовка
4. Только 2D

5. Оценка производительности?

1. Цвета
2. Время выполнения пространственного джойна на кластере
3. Размер файла
4. Только визуалы

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

2 семестр, Зачет с оценкой
Контролируемые ИДК: ПК-1.1
Вопросы/Задания:

1. Опишите 4 основные характеристики (4V) Big Spatial Data и дайте пример для каждой в контексте пространственных данных.

2. В чём ключевое различие Big Spatial Data от традиционных ГИС? Приведите 3 примера проблем масштабирования.

3. Что означает Veracity для пространственных данных? Назовите 3 источника ошибок в пространственных данных.

4. Объясните проблему "проклятия размерности" (curse of dimensionality) для пространственного анализа.

5. Почему пространственные данные называют "нестационарными"? Приведите пример из реальной жизни.

6. Перечислите и охарактеризуйте 4 основных источника больших пространственных данных.

7. Сравните форматы GeoJSON, Shapefile и KML по возможностям и ограничениям.

8. Что такое спутниковые данные ДЗЗ? Назовите 3 миссии и их разрешение.

9. Как работает crowdsourcing в сборе пространственных данных? Приведите 3 примера платформ.

10. В чём различие растровых и векторных форматов? Когда какой использовать?

11. Опишите архитектуру системы сбора данных с IoT-датчиков. Укажите ключевые протоколы.

12. Какие преимущества и ограничения дронов для сбора пространственных данных?

13. Сравните платформы ThingsBoard и FIWARE для IoT-данных. Когда какую выбрать?

14. Как организовать crowdsourcing-систему для мониторинга транспорта?

15. В чём различие протоколов MQTT и CoAP? В каких сценариях какой лучше?

16. Сравните NoSQL-хранилища HBase и Cassandra для геоданных по CAP-теореме.

17. Как работает PostGIS? Какие пространственные функции наиболее важны?

18. Опишите архитектуру Google Earth Engine для работы с петабайтами спутниковых данных.

19. Что такое GeoHash и Z-order curve? Для чего используются в распределённых ГИС?

20. Сравните облачные хранилища AWS S3, Azure Blob и Google Cloud Storage для геоданных.

21. Как GeoSpark расширяет Apache Spark для пространственного анализа? Приведите пример.

22. Опишите алгоритм R-tree. В чём его преимущества перед quadtree?

23. Что такое GeoMesa? Для каких сценариев spatio-temporal данных предназначена?

24. Как реализуется пространственный JOIN в MapReduce? Опишите проблемы и решения.

25. Объясните Hilbert curve. Как она решает проблему пространственной локальности?

26. Сравните библиотеки Leaflet, Kepler.gl и Deck.gl по возможностям визуализации Big Data.

27. Разработайте кейс анализа трафика города с IoT-данными (архитектура + инструменты).

28. Как оценивать производительность системы обработки геоданных? Назовите 5 метрик.

29. Опишите архитектуру системы мониторинга экосистем с дронами и спутниками.

30. Какие проблемы безопасности возникают при работе с большими геоданными? Решения?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Макшанов А. В. Большие данные. Big Data: учебник для вузов / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев, Л. Н. Тындыкарь. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 188 с. - 978-5-507-47346-5. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/362318 - Режим доступа: по подписке

2. Воронова Л. И. Big Data. Методы и средства анализа: учебное пособие / Л. И. Воронова, В. И. Воронов. - Big Data. Методы и средства анализа - Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016. - 33 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/61463.html - Режим доступа: по подписке

3. Ануфриев С. О. Технологии сбора пространственных данных аэрокосмическими методами: учебное пособие для вузов / С. О. Ануфриев, О. С. Ануфриев. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 144 с. - 978-5-507-49736-2. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/427799 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Цветков В. Я. Основы геоинформатики: учебник для вузов / В. Я. Цветков. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 188 с. - 978-5-507-47062-4. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/323108 - Режим доступа: по подписке

2. Бродовская Е. В. Большие данные в исследовании политических процессов: учебное пособие / Е. В. Бродовская, А. Ю. Домбровская. - Большие данные в исследовании политических процессов - Москва: Московский педагогический государственный университет, 2024. - 88 с. - 978-5-4263-0712-4. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/145454.html - Режим доступа: по подписке

3. Мамедли Р. Э. Большие данные и NoSQL базы данных: учебное пособие для вузов / Р. Э. Мамедли, Т. Б. Казиахмедов. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 92 с. - 978-5-507-49873-4. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/434051 - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://e.lanbook.com/ - Электронная библиотечная система "Лань"
2. https://znanium.ru/ - Электронно-библиотечная система "Znanium"
3. https://www.elibrary.ru/ - НЭБ eLIBRARY
4. http://citforum.ru - IT-портал CITForum

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)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 15 шт.
Доска настенная одноэлементная - 2 шт.
Проектор - 1 шт.

Смешанный тип
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 1 шт.
Доска настенная одноэлементная - 2 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.
Проектор - 1 шт.

Учебная аудитория
Доска настенная одноэлементная - 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.

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.