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) «Б1.В.07 АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ СРЕДСТВАМИ ОТКРЫТОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»

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:

Доцент кафедры Информатики и геоинформационных технологий, к.т.н. Боярчук М. А.

Доцент кафедры Информатики и геоинформационных технологий, к.т.н. Орлов П. Ю.

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 профессиональной компетенции в области современных методов анализа данных дистанционного зондирования Земли и их применения в различных сферах наук о Земле.

Задачи изучения дисциплины:

- обучение основам поиска, приема и обработки геопространственных данных с использованием открытых программных средств;;
- обучение студентов методам анализа пространственной информации на базе открытых настольных и web-ГИС;;
- обучение теоретическим основам разработки и применения информационных технологий для поиска, обработки и анализа пространственных данных с целью поддержки принятия решений в геодезии и дистанционном зондировании;;
- обучение аналитической работе с информационными технологиями, предназначенными для получения, обработки, визуализации и интерпретации пространственных данных;;
- подготовка к разработке комплексных решений по анализу геопространственных данных в геоинформационных системах..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-2 Способен разрабатывать требования и осуществлять проектирование программного обеспечения

ПК-2.1 Формализует и анализирует высокоуровневые требования к программному обеспечению

Знать:

ПК-2.1/Зн1 Методы и средства поиска и получения, систематизации и обработки аэрокосмической информации и снимков местности

Уметь:

ПК-2.1/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-2.1/Нв1 Методами планирования аэросъемочного процесса для получения изображений с заданными параметрами

ПК-2.2 Обосновывает выбор системных решений и управляет архитектурными компромиссами при проектировании программного обеспечения

Знать:

ПК-2.2/Зн1 Основы и физические принципы регистрации аэрокосмической информации о местности

Уметь:

ПК-2.2/Ум1 Осуществлять выбор аэрокосмических снимков, получаемых различными системами и комплексами дистанционного зондирования, в зависимости от решаемых практических или исследовательских задач

Владеть:

ПК-2.2/Нв1 Методами сбора и оценки качества пространственной информации, имеющей значения для подготовки и реализации проектов в соответствующих сферах профессиональной деятельности

ПК-2.3 Разрабатывает детальные функциональные и логические спецификации программных компонентов, включая описание алгоритмов, структур данных и интерфейсов взаимодействия

Знать:

ПК-2.3/Зн1 Основные виды и способы дистанционного зондирования и характеристики формируемых с их помощью снимков и изображений

Уметь:

ПК-2.3/Ум1 Ум1 проводить оценку фотографического качества аэрокосмических изображений и анализ соответствия его заданным в ТЗ на съемку параметрам

Владеть:

ПК-2.3/Нв1 Навыками оценки качественных характеристик используемой при аэросъемке фотографической аппаратуры и соответствия их решаемой задаче

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.07 «Анализ и обработка пространственных данных средствами открытого программного обеспечения» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

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)
7 семестр	144	4	56	88	Зачет
Всего	144	4	56	88	

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. Введение	**5**	**2**	**3**	ПК-2.1 ПК-2.2

Тема 1.1. Вводная лекция	5	2	3	ПК-2.2 ПК-2.3
Раздел 2. Дистанционное зондирование Земли	**49**	**19**	**30**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 2.1. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса. Продукты ДЗЗ	8	3	5	
Тема 2.2. Космические системы дистанционного зондирования. Целевая аппаратура. Космические аппараты ДЗЗ	11,5	4,5	7	
Тема 2.3. Разрешение целевой аппаратуры ДЗЗ, коррекция и обработка данных	6,5	2,5	4	
Тема 2.4. Дешифрирование данных ДЗЗ	13	5	8	
Тема 2.5. Оценка качества материалов ДЗЗ	10	4	6	
Раздел 3. Геоинформатика и геоанализ	**67**	**26**	**41**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 3.1. Геоинформационные системы	18	7	11	
Тема 3.2. Пространственный анализ данных	13	5	8	
Тема 3.3. Свободно распространяемые ГИС	18	7	11	
Тема 3.4. Облачные средства обработки геопространственных данных	18	7	11	
Раздел 4. Проектирование и программная инженерия	**23**	**9**	**14**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 4.1. Базы данных, виды, особенности и применение в ГИС	13	5	8	
Тема 4.2. Проектирование и разработка программных систем	10	4	6	
Итого	**144**	**56**	**88**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Вводная лекция

Информация о преподавателе. Основные сведения о дисциплине. Формы взаимодействия и отчетности. Входной контроль: обсуждение пройденных студентами ранее дисциплин, рекомендуемые к ознакомлению материалы. Советы по подготовке ВКР.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Наличие конспекта лекций

Раздел 2. Дистанционное зондирование Земли

Тема 2.1. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса. Продукты ДЗЗ

Определение ДЗЗ. Данные ДЗЗ и их типы. Продукт ДЗЗ и его виды.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.2. Космические системы дистанционного зондирования. Целевая аппаратура. Космические аппараты ДЗЗ

Использование материалов ДЗЗ. Воздушное и космическое ДЗЗ. Орбиты космических аппаратов. Технологии получения информации ДЗЗ. Целевая аппаратура, ее виды и особенности. Примеры аппаратов ДЗЗ.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.3. Разрешение целевой аппаратуры ДЗЗ, коррекция и обработка данных

Разрешение и разрешающая способность. Пространственное, радиометрическое, спектральное и временное разрешение. Фотограмметрические миры. Предварительная обработка снимков. Геометрическая, радиометрическая и атмосферная коррекция.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.4. Дешифрирование данных ДЗЗ

Виды и особенности дешифрирования. Способы дешифрирования. Дешифровочные признаки. Шкала NIIRS. Общее уравнение качества изображения (GIQE).

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.5. Оценка качества материалов ДЗЗ

Частотно-контрастная характеристика. Линейное разрешение на местности. Методы оценки эффективности работы целевой аппаратуры.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 3. Геоинформатика и геоанализ

Тема 3.1. Геоинформационные системы

Определение ГИС. Классификация и функции. Пространственный объект. Модели пространственных данных. Программное обеспечение ГИС. Компоненты ГИС. Основные форматы данных в ГИС. Геопорталы и требования к ним. Стандарты для обмена пространственными данными.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.2. Пространственный анализ данных

Определение пространственного анализа и его задачи. Базовые операции и функции пространственного анализа. Методология геопространственного анализа. Аналитические возможности растровых и векторных ГИС.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.3. Свободно распространяемые ГИС

Open-source и открытые лицензии. Открытые геопространственные инструменты. Настольная ГИС QGIS и ее особенности. SAGA GIS. Semi-Automatic Classification Plugin.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 3.4. Облачные средства обработки геопространственных данных

Классический и облачный подход к обработке пространственных данных. Проект Google Earth Engine: история, облик системы, результаты. Архитектура и каталог данных. Типы данных и функции геопространственной обработки. Применение Google Earth Engine.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 4. Проектирование и программная инженерия

Тема 4.1. Базы данных, виды, особенности и применение в ГИС

Определения базы данных, базы знаний и СУБД. Классификация СУБД. Модели данных. Язык SQL. NoSQL СУБД: «ключ-значение», документно-ориентированные и графовые, BigTable. Пространственные СУБД.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 4.2. Проектирование и разработка программных систем

Проектирование информационных систем: методологии и шаблоны. Чистая архитектура. Многослойный шаблон. Компонентно-ориентированный шаблон. Шаблоны «Брокер» и «Микросервисы». Методологии проектирования: каскадная, Agile, Scrum, Канбан. Программное обеспечение: виды и особенности. Виды программирования. Характеристики качества программного обеспечения. Создание программных систем: опыт Фредерика Брукса.

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, 7 семестр.

Для допуска к промежуточной аттестации студентом должны быть выполнены все практические работы по дисциплине. Также при проведении промежуточной аттестации учитываются результаты оценивания, полученные за каждый элемент оценивания (тестирование по пройденному разделу) в ходе текущего контроля. При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-3 дополнительных вопросов.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 1.1. Вводная лекция

Форма контроля/оценочное средство: Наличие конспекта лекций

Раздел 2. Дистанционное зондирование Земли

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 2.1. Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса. Продукты ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Регистрация на площадках распространения пространственных данных

Основная задача: составить краткое (на пару страниц) описание данных, доступных на USGS EarthExplorer и Google Earth Engine со сравнением.

Один из источников данных описать подробнее.

Тема 2.2. Космические системы дистанционного зондирования. Целевая аппаратура. Космические аппараты ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Векторизация канала Куш Тепа в QGIS

Самостоятельно найти информацию о примерном местоположении канала в сети Интернет.
На портале USGS EarthExplorer выделить предполагаемое местоположение канала, провести поиск доступных снимков со спутников Landsat 8/9 и визуально найти канал на обзорных изображениях (быстрого просмотра – QuickLook).
Скачать снимки, содержащие искомый канал (включая недостроенную часть).
Распаковать (при необходимости) скачанные снимки и загрузить в QGIS.
На загруженных снимках вручную выполнить векторизацию построенной и строящейся части канала как линейного объекта.
Измерить длину канала и выгрузить содержащий его векторный слой в файл формата .GeoJSON.
Построить двухсотметровую буферную зону вокруг канала, определить её площадь.

Тема 2.3. Разрешение целевой аппаратуры ДЗЗ, коррекция и обработка данных

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Цветные синтезированные и мультивременные изображения в QGIS

Скачать снимки Landsat 8 (https://earthexplorer.usgs.gov/) на даты:
- Сентябрь 2025 – 3й, 4й, 5й и 7й каналы
- Сентябрь 2023 – 5й канал
- Сентябрь 2021 – 5й канал

Синтезировать изображения из сочетания каналов.
- 5-4-3
- 4-5-7

Построить мультивременной композит из одного канала снимков на различные даты.

Тема 2.4. Дешифрирование данных ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Работа с радиолокационными изображениями в Google Earth Engine

Определить площадь нефтяного разлива в акватории Черного моря от 7 августа 2021 года по радиолокационному космическому снимку Sentinel-1C средствами Google Earth Engine.

Тема 2.5. Оценка качества материалов ДЗЗ

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какое из перечисленных утверждений наиболее точно описывает ключевое преимущество данных радиолокационного дистанционного зондирования перед оптическим?

1) Более высокое пространственное разрешение.
2) Способность получать данные независимо от времени суток и облачности.
3) Более широкая полоса обзора.
4) Большее количество спектральных каналов.

2. Пространственное разрешение спутникового снимка – это:

1) Размер области, которую может охватить спутник за один проход.
2) Минимальный размер объекта на местности, который можно различить на снимке.
3) Временной интервал между съемкой одной и той же территории.
4) Количество бит на пиксель, определяющее глубину цвета.

3. Какие из перечисленных процессов относятся к этапам предварительной обработки спутниковых снимков?

1) Радиометрическая калибровка.
2) Классификация методом опорных векторов (SVM).
3) Атмосферная коррекция.
4) Векторизация полученных объектов.

4. Установите соответствие между спектральным диапазоном и типом информации, которую он позволяет получить.

1. Ближний инфракрасный (NIR)
2. Тепловой инфракрасный (TIR)
3. Видимый красный (Red)

а) Оценка количества хлорофилла в растениях
б) Оценка состояния растительности (вегетационные индексы)
в) Определение температуры поверхности

5. Нормализованный относительный индекс растительности (NDVI) рассчитывается по формуле:

NDVI = (_____ - _____) / (_____ + _____), где NIR – отражение в ближнем инфракрасном диапазоне, а RED – в красном.

6. Как называется процесс, при котором электромагнитное излучение, исходящее от объекта, регистрируется сенсором без внешнего источника освещения (например, съемка в тепловом или радиодиапазоне)?

7. Расположите этапы типичного рабочего процесса обработки данных ДЗЗ в правильной последовательности.

1) Тематическая обработка (классификация, детектирование изменений).
2) Предварительная обработка (радиометрическая и атмосферная коррекция).
3) Анализ и интерпретация результатов.
4) Загрузка и визуализация исходных данных.

8. Рассчитайте значение NDVI для пикселя, если значение яркости в ближнем инфракрасном канале (NIR) составляет 0.65, а в красном канале (RED) – 0.2. Ответ округлите до сотых.

9. Для решения какой задачи данные ДЗЗ будут наименее эффективны без дополнительных полевых исследований?

1) Картографирование границ лесных массивов.
2) Определение видового состава древостоя в смешанном лесу.
3) Мониторинг динамики пожаров.
4) Оценка площади затопления во время паводка.

10. Назовите открытую библиотеку для Python, которая является де-факто стандартом для работы с растровыми геоданными, включая спутниковые снимки.

Раздел 3. Геоинформатика и геоанализ

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 3.1. Геоинформационные системы

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Геоанализ в Google Earth Engine

Выделить на карте и вычислить площадь в гектарах зоны наиболее вероятных мест обитания бурых медведей в Кроноцком государственном заповеднике.

Условия:

- медведи предпочитают не забираться на высоты выше 900 м;

- строят берлоги на склонах южных экспозиций (с 90 по 270°);
- не любят склоны круче 20°;
- основная кормовая база сосредоточена в лесах любого типа.

Тема 3.2. Пространственный анализ данных

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Интерфейс пользователя в Google Earth Engine

Создание простого интерфейса пользователя в Google Earth Engine.
Получение индексных изображений NDVI, NDWI, NDMI.

Тема 3.3. Свободно распространяемые ГИС

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Пространственные и атрибутивные запросы в QGIS

Привязать растровое изображение избирательных округов Новосибирска.
Векторизовать границы округов.
Загрузить базу данных строений Новосибирска.
Выбрать по расположению объекты внутри округов.
Создать столбчатые диаграммы количества домов в каждом округе.
Сформировать запрос на языке SQL для получения количества зданий по 3 категориям и сохранить их в новую таблицу.
Отобразить полученные значения с помощью круговой диаграммы.
Сформировать макет карты с легендой и зарамочным оформлением.

Тема 3.4. Облачные средства обработки геопространственных данных

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Какая из перечисленных моделей данных наиболее эффективна для представления непрерывных пространственных явлений, таких как рельеф или температура?

1) Векторная модель (объектная).
2) Растровая модель (полевая).
3) Реляционная модель.
4) Сетевая модель.

2. Проекция Меркатора является:

1) Равнопромежуточной и равновеликой.
2) Равноугольной, но не равновеликой.
3) Равновеликой, но не равноугольной.
4) Ни равноугольной, ни равновеликой.

3. Какие из перечисленных операций относятся к базовым операциям геоанализа в векторном формате?

1) Буферизация (Buffer).
2) Наложение (Overlay/Intersection).
3) Расчет нормализованного разностного индекса (NDVI).
4) Объединение (Dissolve).

4. Установите соответствие между форматом геоданных и его первичным типом.

1. GeoJSON
2. GeoTIFF
3. Shapefile
4. NetCDF

а) Векторный

б) Растровый

5. Система координат WGS 84 используется в качестве основы для глобальной навигационной системы _____. Единицей измерения в ее проекции (Web Mercator, EPSG:3857) являются _____.

6. Как называется открытая ГИС, представляющая собой десктопное приложение с богатым набором функций для управления, анализа и визуализации геоданных?

7. Расположите в правильной последовательности этапы создания карты в ГИС.

1) Компоновка (макетирование) и добавление элементов карты (легенда, масштаб).
2) Загрузка и настройка символологии пространственных данных.
3) Определение системы координат и проекции для проекта.
4) Вывод карты в финальный формат (PDF, PNG).

8. Какое приблизительное расстояние (в км) соответствует 1 градусу широты на экваторе?

9. Какой метод пространственной интерполяции является детерминированным и создает гладкую поверхность, проходящую точно через все точки исходных данных?

1) Кригинг.
2) Обратное взвешенное расстояние (IDW).
3) Сплайн.
4) Триангуляция.

10. Как называется язык запросов, используемый в СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS для выполнения пространственных операций?

Раздел 4. Проектирование и программная инженерия

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 4.1. Базы данных, виды, особенности и применение в ГИС

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Пространственные отношения в QGIS

Загрузить базу данных с типами землепользования на территорию Москвы.
Создать сетку.
Рассчитать площадь элементов сетки.
Разрезать все 4 слоя по контурам сетки («пересечение»).
Объединить объекты одного класса в ячейке в один («объединение по признаку»).
Присоединить таблицы полученных 4х слоёв к таблице сетки.
Выгрузить таблицу-слой с сеткой в отдельный файл.
В таблице выгруженного файла заменить значения «Null» на «0».
Настроить визуализацию площадей при помощи диаграмм.

Тема 4.2. Проектирование и разработка программных систем

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. На каком этапе жизненного цикла ПО формируются основные требования к функциональности геоинформационного приложения, включая типы данных и методы анализа?

1. Реализация (кодирование).
2. Сбор требований и анализ.
3. Проектирование.
4. Тестирование.

2. Использование системы контроля версий, такой как Git, в проекте по разработке ПО для анализа пространственных данных прежде всего необходимо для:

1. Автоматического исправления ошибок в коде.

2. Отслеживания изменений в исходном коде и совместной работы.
3. Компиляции исполняемых файлов.
4. Написания технической документации.

3. Какие из перечисленных принципов относятся к принципам гибкой методологии разработки (Agile)?

1. Строгое следование первоначальному плану.
2. Промежуточная поставка работающего программного обеспечения.
3. Непрерывное взаимодействие с заказчиком.
4. Исчерпывающая документация как основной результат этапа.

4. Установите соответствие между концепцией программной инженерии и ее описанием.

1. Модульность
2. Инкапсуляция
3. Юнит-тестирование

а) Сокрытие внутреннего устройства компонента и предоставление только его интерфейса.
б) Разделение программы на отдельные компоненты с четкими интерфейсами.
в) Проверка корректности работы отдельных модулей программы.

5. Для создания веб-приложения, отображающего интерактивную карту, на стороне клиента часто используется библиотека _____, а для предоставления данных в виде веб-сервиса на стороне сервера применяется стандарт _____.

6. Какой открытый фреймворк для Python широко используется для создания скриптов обработки геоданных в рамках ГИС-пакетов и как самостоятельное решение?

7. Расположите этапы типичного пайплайна (конвейера обработки) данных в геоинформационном веб-приложении.

1. Визуализация данных на клиенте (браузере).
2. Запрос данных клиентом через API.
3. Обработка и анализ данных на сервере.
4. Хранение сырых и производных данных в БД.

8. Какой стандартный порт чаще всего используется для локального веб-сервера во время разработки (localhost)?

9. Какой инструмент является де-факто стандартом для управления зависимостями и виртуальными окружениями в проектах на Python?

1. Apache Maven.
2. Conda (или pip + venv).
3. Docker.
4. Node.js.

10. Назовите одну из ключевых метрик, которую следует учитывать при проектировании веб-ГИС для обеспечения высокой производительности при работе с большими объемами пространственных данных.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Вопросы/Задания:

1. Расположите виды дистанционного зондирования в порядке увеличения используемой длины волны электромагнитного спектра.

1. Радиолокационная съемка
2. Тепловая съемка
3. Панхроматическая съемка

4. Инфракрасная съемка

2. Дайте определение понятия «радиометрическое разрешение».

3. Расположите объекты в порядке уменьшения их яркости на радиолокационном изображении.

1. Асфальтовое покрытие
2. Городская застройка
3. Смешанный лес

4. Установите соответствие между спектральным диапазоном и типом информации, которую он позволяет получить.

Панхроматический (Pan) - Таксация леса
Видимый зеленый (Green) - Батиметрические измерения и исследования рифов
Видимый синий (Blue) - Картографирование местности

5. По какой формуле рассчитывается Нормализованный относительный индекс влажности (NDMI)?

6. Как называется процесс съемки, при котором датчиком регистрируется собственное, отраженное или рассеянное электромагнитное излучение, исходящее от объекта?

7. Расположите уровни обработки данных ДЗЗ в порядке увеличения количества операций, требуемых для получения итогового результата.

1. Данные ДЗЗ из космоса, прошедшие геопривязку и геометрическую коррекцию.
2. Данные ДЗЗ из космоса, полученные в результате тематической обработки.
3. Распакованные и необработанные данные ДЗЗ из космоса.
4. Данные ДЗЗ из космоса, прошедшие ортотрансформирование.

8. Рассчитайте значение NDMI для пикселя, если значение яркости в ближнем инфракрасном канале (NIR) составляет 0.69, а в коротковолновом канале (SWIR) – 0.25. Ответ округлите до сотых.

9. Расположите задачи, решаемые с помощью данных ДЗЗ в порядке роста требуемого пространственного разрешения.

1. Выделение основных классов землепользования.
2. Отделение пропашных культур от мелкозерновых.
3. Идентификация отдельных взрослых растений хлопчатника на заданном хлопковом поле.
4. Идентификация построек и жилых домов.

10. Дайте определение цифровой модели рельефа, назовите источники данных для ее создания и основные способы получения.

11. Вставьте недостающие термины в предложение:

К недостаткам регулярной (GRID) модели относятся _____ объем памяти, требуемый для хранения данных, недостаточная _____ при моделировании рельефа горных районов и возможность использования в качестве исходных данных только _____ данных.

12. Установите соответствие между базовой операцией геоанализа и моделью данных.

Расчет экспозиции склона - Векторный
Определение координат центроидов - Растровый
Взвешенный оверлей - Векторный
Сетевой анализ - Растровый

13. Установите соответствие между форматом геоданных и его первичным типом.

GeoPackage - Растровый
TAB - Векторный
ASC - Векторный
KML - Растровый

IMG - Векторный

14. Вставьте недостающие термины в предложение:

Способ _____ знаков предназначен для картографического отображения дорог, рек и государственных границ. Основные средства передачи качественных и количественных характеристик – _____, цвет, рисунок знака.

15. Как называется геопортал мониторинга окружающей среды, являющийся многопетабайтным архивом данных, совмещённым с высокопроизводительным кластером, позволяющий пользователю управлять вычислениями через JavaScript API или Python API?

16. Расположите в правильной последовательности этапы создания карты из круговых диаграмм в QGIS.

1. Экспорт в GeoPackage и удаление полей с «Null».
2. Создание слоя сетки и расчет площади ее элементов.
3. Настройка визуализации площадей при помощи диаграмм.
4. Объединение по признаку объектов одного класса в ячейке в один и связывание полученных таблиц с сеткой.
5. Создание слоев пересечения сетки с тематическими слоями.

17. Раскройте содержание открытой лицензии MIT и приведите примеры ПО на ее основе.

18. Установите соответствие между названием плагина QGIS и функциональным назначением.

Qgis2threejs - Тематическая обработка
Semi-Automatic Classification Plugin - Трехмерная графика
CityJSON Loader - Тематическая обработка
Deepness - Трехмерная графика
STL Generator - Тематическая обработка

19. Установите соответствие между моделью данных и реализацией СУБД.

Хранилище «ключ-значение» - PostgreSQL
Реляционная - MongoDB
Документоориентированная - Redis

20. Дайте определение программного обеспечения согласно ГОСТ 33707-2016 Информационные технологии. Словарь.

21. Установите соответствие между терминами и определениями из ГОСТ 19.781-90 ЕСПД. Обеспечение систем обработки информации программное. Термины и определения.

Программное обеспечение - Программа, предназначенная для оказания услуг общего характера пользователям и обслуживающему персоналу системы обработки информации
Программа - Совокупность программ системы обработки информации и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ
Прикладная программа - Данные, предназначенные для управления конкретными компонентами системы обработки информации в целях реализации определенного алгоритма

22. Вставьте недостающие термины в предложение:

Согласно ГОСТ Р 51904-2002 Программное обеспечение встроенных систем, программное средство - это программное _____ и связанные с ним _____, вновь созданные, модифицированные или сгруппированные для удовлетворения требованиям контракта.

23. Расположите участников оптимальной команды разработки программного обеспечения по Бруксу в порядке роста знаний программного кода системы.

1. Второй пилот
2. Хирург
3. Тестировщик
4. Инструментальщик

24. Вставьте недостающие термины в предложение:

В методологии Agile приветствуется изменение требований даже на _____ этапах разработки. Заказчик и исполнитель должны общаться _____. Кроме того, нормой считается _____ документировать и _____ работать над ценностью продукта.

25. Расположите фазы создания программного продукта согласно каскадной модели (водопад или waterfall).

1. Поддержка
2. Тестирование
3. Дизайн
4. Проектирование
5. Кодирование
6. Внедрение

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Лабутина И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков : Учеб. пособие для студентов вузов / И.А. Лабутина. - Издательство Аспект Пресс, 2004. - 184 - 5-7567-0330-6. - Текст: непосредственный.

2. Орешков В. И. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие / В. И. Орешков. - Рязань: РГРТУ, 2017. - 160 с. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/168028 - Режим доступа: по подписке

3. Книжников Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. - Издательский центр "Академия", 2004. - 336 - 5-7695-1529-5. - Текст: непосредственный.

4. Обработка данных дистанционного зондирования Земли. Практические аспекты: учебное пособие / В. Г. Коберниченко, О. Ю. Иванов, С. М. Зраенко, А. В. Сосновский, В. А. Тренихин; под редакцией В. Г. Коберниченко. - Обработка данных дистанционного зондирования Земли. Практические аспекты - Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 173 с. - 978-5-7996-0867-5. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/69868.html - Режим доступа: по подписке

5. Журкин И.Г. Геоинформационные системы. Учебное пособие / И.Г. Журкин, С.В. Шайтура; Журкин И.Г., Шайтура С.В. ; Под общ. ред. И.Г. Журкина. - Издательство КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. - 272 - 978-5-91136-065-8. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Гнатюк С. П. Основы анализа данных: конспект лекций / С. П. Гнатюк. - Основы анализа данных - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. - 110 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/102939.html - Режим доступа: по подписке

2. Капралов Е.Г. Геоинформатика: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Тикунова. / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев. - Издательский центр "Академия", 2005. - 480с., (8) с цв. ил. - 5-7695-1924-X. - Текст: непосредственный.

3. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие. / А.О. Куприянов. - МИИГАиК, 2017. - 76 - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://www.iprbookshop.ru/ - Электронно-библиотечная система IPR SMART
2. https://sdo.miigaik.ru/ - Система дистанционного обучения МИИГАиК
3. http://miigaik.ru/vtiaoai/tutorials/ - Страница кафедры ГИС технологий на сайте МИИГАиК
4. https://qgis.org/ - Свободно распространяемое ПО ГИС с открытым кодом QGIS
5. https://www.wmo-sat.info/oscar/ - Портал Всемирной метеорологической организации с характеристики спутников ДЗЗ и их целевой аппаратуры

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;
2. Microsoft Office;

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 25 шт.
Интерактивная панель - 1 шт.
Проектор - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Анализ и обработка пространственных данных средствами открытого программного обеспечения» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций и практических занятий в компьютерном классе. Самостоятельная работа включает выполнение практических работ, подготовку и защиту отчётов по ним, а также работу над ошибками.

Для успешного изучения дисциплины должны быть согласованы и строго выдерживаться сроки преподавания дисциплин, связанных с информационными технологиями и их применением в геодезии, картографии, фотограмметрии и дистанционном зондировании, в которых разъясняются исходные понятия, ключевые для геоинформатики (элементы содержания, закономерности пространственного распределения объектов местности, системы координат, проекции, эллипсоиды, даты, протоколы, форматы, модели (такие как TIN, DEM, DTM), элементы ориентирования и прочие). Для ликвидации пробелов в профессиональном образовании, в том числе студентов заочной формы обучения, необходимо предусматривать дополнительные занятия в рамках изучения данной дисциплины.
Весь материал курса, или значительная его часть, может изучаться студентами самостоятельно.

Для выполнения практических работ и повторения (изучения пропущенного) теоретического материала студентам рекомендуется самостоятельно организовать по месту проживания

дополнительное рабочее место, оборудованное персональным компьютером, подключённым к сети Интернет. Студенту желательно предоставить возможность общения с преподавателем, не только во время аудиторных занятий, но и посредством сети Интернет, например, в форме ответов преподавателя на вопросы студента по электронной почте, дистанционной проверки высылаемых заданий или иным способом с применением дистанционных форм обучения.

Для подготовки к зачёту рекомендуется использовать ЭВМ и все теоретические знания, имеющие практическое приложение, закреплять навыками решения практических задач в соответствии с перечнем зачётных вопросов.

Некоторые материалы для изучения дисциплины можно найти на архивной странице кафедры ВТиАОАИ (ныне ИиГТ) [URL: http://www.miigaik.ru/vtiaoai/tutorials/], недостающие – запросить у преподавателя курса.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает также следующие виды работ:
- работа над конспектом лекции;
- доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы;
- изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы;
- самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов;
- настройка электронной среды на индивидуальном рабочем месте студента, подготовка к практическому занятию;
- завершение практических работ, начатых в аудитории;
- формирование отчётов по практическим работам;
- подготовка к защите отчётов;
- подготовка к зачёту.

Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе университета, на предлагаемые преподавателем ресурсы в сети Интернет, в том числе на сайте МИИГАиК. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации:
Теоретические вопросы:
1. Дайте определение дистанционного зондирования Земли из космоса. Опишите физику процесса и типы получаемых данных.
2. Опишите продукты дистанционного зондирования Земли и уровни обработки данных.
3. Какие виды целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли существуют?
4. Опишите особенности съёмки, получаемых изображений и основные используемые диапазоны спектра ДЗЗ средствами радиолокации.
5. Расскажите об устройстве, назначении и особенностях космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, включая особенности их орбит.
6. Опишите текущий состав группировки космических аппаратов Российской Федерации. Назовите основные отечественные КА ДЗЗ.
7. Раскройте понятия: пространственное, спектральное, временное и радиометрическое разрешение целевой аппаратуры дистанционного зондирования Земли.
8. Расскажите про виды предварительной обработки, опишите разницу между коррекцией и обработкой.
9. Что такое дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли? Каковы его виды, способы и дешифровочные признаки?
10. Раскройте суть и объясните разницу между спектральными и пространственными преобразованиями изображений. Приведите примеры типов и областей применения различных фильтров изображений.
11. Что такое экспертная оценка дешифрируемости изображений? Какие шкалы для неё

существуют?
12. Что такое геометрическое и линейное пространственное разрешение? Какие методы оценки эффективности работы целевой аппаратуры существуют? Приведите основные формулы для их расчёта этих характеристик.
13. Дайте определение ГИС. Перечислите основные функции. Приведите классификацию ГИС.
14. Дайте определения пространственных данных, инфраструктуры пространственных данных, моделей пространственных данных.
15. Что такое лазерное сканирование и для чего оно применяется? В чём отличие между ЦМР и ЦММ?
16. Назовите существующие способы картографического отображения в ГИС. Приведите примеры цветовых палитр для карт.
17. Приведите примеры современного программного обеспечения ГИС и его особенности.
18. Какие форматы данных ГИС существуют?
19. Раскройте понятие геопорталов и основные требования к ним. Какие протоколы и форматы для представления (публикации) геоинформации на геопорталах существуют?
20. Что такое пространственный анализ данных? Каковы основные задачи и операции пространственного анализа над векторными данными? Каковы его задачи и операции над растровыми данными?
21. В чём заключается методология геопространственного анализа? Опишите основные аналитические возможности векторных ГИС: SQL-запросы, измерения, оверлейные операции, сетевой анализ и др.
22. В чём заключается методология геопространственного анализа? Опишите основные аналитические возможности растровых ГИС: растровая алгебра, логические операторы, растровая поверхность и её анализ.
23. Какие open-source лицензии и основные геоинформационные продукты существуют?
24. Расскажите про геоинформационную систему QGIS и её основные возможности, а также про применение модуля Semi-Automatic Classification Plugin.
25. Раскройте классический и облачный подход к обработке геопространственных данных.
26. Опишите возможности платформы Google Earth Engine, её каталог данных и функции геопространственной обработки, методики обработки данных и пользовательские сервисы.
27. Раскройте понятия БД и СУБД, перечислите их основные виды. Изложите специфику геоданных в БД.
28. Дайте основные определения в области разработки программных систем в соответствии с ГОСТ 33707-2016 и ГОСТ 19.781-90 ЕСПД. Приведите основные характеристики качества программного обеспечения.
29. Перечислите правила Фредерика Брукса, используемые при создании программных систем, планировании работы, определении сроков выполнения проекта. Опишите состав оптимальной проектной группы, версии разрабатываемого проекта и его сопровождение.
30. Перечислите основные методологии и шаблоны в области проектирования информационных систем, укажите их различия и особенности.

Практические задания:
1. Назовите основные геопорталы с открытыми данными дистанционного зондирования Земли и типы данных, представленные на них. Продемонстрируйте работу с ними.
2. Найдите и продемонстрируйте актуальный набор орбитальных параметров TLE для прогнозирования полёта КА ДЗЗ «Канопус-В-ИК» на одном из порталов-источников (на выбор).
3. Загрузите спутниковый снимок на заданную область и обрежьте его по области интереса. Соедините заданные каналы в одно изображение.

Комплексные практические задания:
1. Продемонстрируйте основные возможности работы настольной ГИС QGIS с мультиспектральными изображениями.
2. Что необходимо знать и уметь специалисту для выполнения отдельных технологических

операций по созданию тематических информационных продуктов и оказанию услуг на основе использования данных ДЗЗ?
3. Оцените уровень отношения сигнал/шум на предлагаемом тестовом изображении.

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.