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

Геодезический факультет
Кафедра информатики и геоинформационных технологий

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
МОДУЛЬ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
«Б1.О.06.03 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Направленность(профиль) подготовки: Космическая геодезия и навигация

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:

Преподаватель кафедры Информатики и геоинформационных технологий Злоников Р. Р.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Минобрнауки от 12.08.2020 № 972

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Геодезический факультет	Председатель ученого совета факультета	Половнев О. В.	Рассмотрено	28.01.2026, № 14

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 - получение обучающимися теоретических знаний о сути и методах анализа пространственных данных, оценке эффективности выполненного анализа, а также практических навыков (формирование) и готовности к самостоятельной разработке и их применении для решения задач в профессиональной сфере геоинформационного анализа

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о современных технологиях анализа данных, их основных этапах, особенностях применения и значении в процессе решения задач геоинформационного анализа;
- ознакомление студентов с современными технологиями анализа пространственных данных средствами открытого программного обеспечения;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи согласно изученным алгоритмам анализа и интерпретировать результаты анализа..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-4 Способен принимать участие в исследованиях в области геодезии и дистанционного зондирования, оценивать и обосновывать их результаты

ОПК-4.1 Демонстрирует знания методов и способов осуществления поиска, систематизации, анализа, обработки и хранения информации из различных источников и баз данных для обоснования результатов исследований

Знать:

ОПК-4.1/Зн5 Методы и способы осуществления поиска, систематизации, анализа, обработки и хранения пространственных данных

Уметь:

ОПК-4.1/Ум5 Осуществлять поиск, систематизацию, анализ, обработку и хранение пространственных данных

Владеть:

ОПК-4.1/Нв2 Методами планирования аэросъемочного процесса для получения изображений с заданными параметрами

ОПК-4.1/Нв5 Навыками поиска, систематизации, анализа, обработки и хранения пространственных данных

ОПК-4.2 Демонстрирует умение осознанного восприятия информации, осуществляет ее оценку, обосновывает результаты исследований

Знать:

ОПК-4.2/Зн5 Основы исследовательского анализа пространственных данных, методы выявления и устранения аномалий в исходных наблюдениях

Уметь:

ОПК-4.2/Ум5 Производить исследовательский анализ пространственных данных, выявлять и устранять аномалии в исходных наблюдениях

Владеть:

ОПК-4.2/Нв5 Методами исследовательского анализа пространственных данных, выявления и устранения аномалий в исходных наблюдениях

ОПК-4.3 Проводит самостоятельно на профессиональном уровне оценку результатов исследований, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства

Знать:

ОПК-4.3/Зн4 Основы интерпретации результатов анализа, выполненного изученными методами

Уметь:

ОПК-4.3/Ум4 Интерпретировать результаты анализа, выполненного изученными методами

Владеть:

ОПК-4.3/Нв4 Методами интерпретации результатов анализа, выполненного изученными методами

ОПК-4.4 Применяет методы защиты, хранения и подачи информации, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства

Знать:

ОПК-4.4/Зн5 Современное программное обеспечение для обработки и анализа пространственных данных

Уметь:

ОПК-4.4/Ум5 Работать с современным программным обеспечением для обработки и анализа пространственных данных

Владеть:

ОПК-4.4/Нв5 Навыками работы в современном программном обеспеченим для обработки и анализа пространственных данных

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.06.03 «Математические методы обработки и анализа пространственных данных» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6.

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)
6 семестр	144	4	28	28	88	Зачет с оценкой
Всего	144	4	28	28	88	

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. Введение в пространственный анализ	**12**	**2**	**2**	**8**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 1.1. Введение в пространственный анализ	12	2	2	8	
Раздел 2. Исследовательский анализ пространственных данных	**10**	**3**	**3**	**4**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 2.1. Исследовательский анализ пространственных данных	10	3	3	4	
Раздел 3. Анализ географического распределения и структуры точечных закономерностей	**12**	**3**	**3**	**6**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 3.1. Анализ географического распределения и структуры точечных закономерностей	12	3	3	6	
Раздел 4. Пространственная автокорреляция	**12**	**3**	**3**	**6**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 4.1. Пространственная автокорреляция	12	3	3	6	
Раздел 5. Многомерные данные: сокращение размерности и пространственная кластеризация	**12**	**3**	**3**	**6**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 5.1. Многомерные данные: сокращение размерности и пространственная кластеризация	12	3	3	6	
Раздел 6. Моделирование отношений: регрессия и географически-взвешенная регрессия	**22**	**3**	**3**	**16**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 6.1. Моделирование отношений: регрессия и географически-взвешенная регрессия	22	3	3	16	

Раздел 7. Основы анализа данных дистанционного зондирования Земли	**8**	**1**	**1**	**6**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 7.1. Основы анализа данных дистанционного зондирования Земли	8	1	1	6	
Раздел 8. Основы обработки растровых данных	**16**	**4**	**4**	**8**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 8.1. Основы обработки растровых данных	16	4	4	8	
Раздел 9. Автоматическое дешифрирование	**20**	**2**	**2**	**16**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 9.1. Автоматическое дешифрирование	20	2	2	16	
Раздел 10. Паншарпенинг	**10**	**2**	**2**	**6**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 10.1. Паншарпенинг	10	2	2	6	
Раздел 11. Нейросетевые методы в обработке данных ДЗЗ	**10**	**2**	**2**	**6**	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4
Тема 11.1. Нейросетевые методы в обработке данных ДЗЗ	10	2	2	6	
Итого	**144**	**28**	**28**	**88**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение в пространственный анализ

Тема 1.1. Введение в пространственный анализ

Пространственные данные и их особенности. Основные термины и определения. Методы пространственного анализа. Концептуализация пространственных отношений - меры расстояния, понятие близости, взаимодействия, окрестности и соседей. Пространственные веса и стандартизация строк.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Исследовательский анализ пространственных данных

Тема 2.1. Исследовательский анализ пространственных данных

Исследовательский анализ пространственных данных, описательная статистика, статистика выводов и пространственная статистика. Инструменты исследовательского анализа и описательные статистики для визуализации пространственных данных (одномерные данные). Инструменты исследовательского анализа и описательные статистики для анализа двух и более переменных. Методы статистики выводов. Нормальное распределение и особенности применения в пространственном анализе.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 3. Анализ географического распределения и структуры точечных закономерностей

Тема 3.1. Анализ географического распределения и структуры точечных закономерностей

Анализ географического распределения - центрография. Анализ пространственных закономерностей - анализ структуры точечных закономерностей. Методы анализа структуры точечных закономерностей.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 4. Пространственная автокорреляция

Тема 4.1. Пространственная автокорреляция

Пространственная автокорреляция. Глобальная, инкрементальная, локальная пространственная автокорреляция. Пространственно-временная автокорреляция.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 5. Многомерные данные: сокращение размерности и пространственная кластеризация

Тема 5.1. Многомерные данные: сокращение размерности и пространственная кластеризация

Анализ многомерных данных. Метод главных компонент. Факторный анализ. Многомерное масштабирование. Кластерный анализ. регионализация. Кластеризация на основе плотности. Анализ сходства

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 6. Моделирование отношений: регрессия и географически-взвешенная регрессия

Тема 6.1. Моделирование отношений: регрессия и географически-взвешенная регрессия

Простая линейная регрессия. Множественная линейная регрессия. Оценка результатов простой линейной регрессии. Исследовательская регрессия. Географически взвешенная регрессия.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование
Расчетно-графическая работа

Раздел 7. Основы анализа данных дистанционного зондирования Земли

Тема 7.1. Основы анализа данных дистанционного зондирования Земли

Данные дистанционного зондирования Земли. Источники данных ДЗЗ в сети Интернет. Спецификация STAC,

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 8. Основы обработки растровых данных

Тема 8.1. Основы обработки растровых данных

Спектральные индексы. Построение мозаик растра. Геопривязка данных.Оцифровка картографических материалов. Автоматизация процессов обработки в ГИС

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 9. Автоматическое дешифрирование

Тема 9.1. Автоматическое дешифрирование

Задача классификации земной поверхности по материалам ДЗЗ. Понятие разделимости классов. Метод опорных векторов. Оценка точности классификации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Расчетно-графическая работа

Раздел 10. Паншарпенинг

Тема 10.1. Паншарпенинг

Паншарпенинг. Классификация методов увеличения пространственного разрешения растрового изображения

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 11. Нейросетевые методы в обработке данных ДЗЗ

Тема 11.1. Нейросетевые методы в обработке данных ДЗЗ

Основы нейросетевых методов. Операция свертки.

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, 6 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение в пространственный анализ

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 1.1. Введение в пространственный анализ

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что такое пространственный анализ и геопространственный анализ? Есть ли разница между этими терминами?
2. Какие существуют этапы пространственного анализа? На какие вопросы отвечают при выполнении этих этапов?
3. Что такое концептуализация пространственных отношений? Почему это важно?
4. Что такое сфера влияния и область равнозначности?
5. Что такое окрестность, и почему это понятие важно для пространственного анализа?
6. Что такое полигоны Тиссена и триангуляция Делоне? Каково их назначение?
7. Что такое пространственные веса и матрица пространственных весов? Каково их назначение?
8. Что такое стандартизация строк, и когда ее следует применять?

Раздел 2. Исследовательский анализ пространственных данных

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 2.1. Исследовательский анализ пространственных данных

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Почему необходимо использовать пространственную статистику?
2. В чем основное отличие пространственной статистики от описательной статистики?
3. Что такое фоновая картограмма (choropleth – хороплет), и для чего она используется?

4. Какие два основных типа фоновых картограмм существуют? Приведите примеры.

5. Какие оценки рассеяния существуют? Назовите некоторые из них.

6. Что такое выброс? Почему необходимо выявлять выбросы?

7. Как следует обрабатывать выбросы?

8. Что такое коэффициент корреляции Пирсона? Свидетельствует ли он о наличии связи между переменными, возможно причинно-следственной?

9. Как можно интерпретировать коэффициент корреляции Пирсона (сколько классов корреляции существует)?

10. Опишите типичную процедуру проверки значимости.

Раздел 3. Анализ географического распределения и структуры точечных закономерностей

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 3.1. Анализ географического распределения и структуры точечных закономерностей

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что такое центрографическая статистика? Назовите наиболее распространенные инструменты центрографической пространственной статистики. В чем их главное отличие от описательной статистики?

2. Перечислите основные различия между географическими и пространственными выбросами.

3. Перечислите основные характеристики пространственного выброса.

4. Перечислите основные предположения о полной пространственной случайности.

5. Перечислите основные пространственные точечные закономерности и создающие их пространственные процессы.

6. В чем важность полной пространственной случайности для пространственной статистики?

7. Перечислите основные методы анализа точечных закономерностей. На каких вычислениях они основываются?

8. Что такое K-функция Рипли, и для чего она используется? В чем ее главное преимущество?

9. Что такое ядерная оценка плотности, и как она отображается?

10. Когда следует использовать ядерную оценку плотности?

Раздел 4. Пространственная автокорреляция

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 4.1. Пространственная автокорреляция

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что такое пространственная автокорреляция? Какие типы пространственной автокорреляции существуют? Какие метрики используются чаще всего?

2. Почему пространственная автокорреляция важна для географического анализа и пространственной статистики?

3. Что такое инкрементальная пространственная автокорреляция, и для каких целей она используется?

4. Для каких целей используется диаграмма рассеяния индекса I Морана?

5. Как диаграмма рассеяния индекса I Морана помогает идентифицировать пространственные выбросы? Что определяет квадрант «Низкий–высокий» (Low-High)?

6. Что такое анализ кластеров и выбросов? Как интерпретируются результаты вычисления индекса?

7. Что означают кластеры «Высокий–высокий» (High-High) и «Низкий–низкий» (Low-Low) локального индекса I Морана?

8. Что такое анализ горячих точек, и что такое холодные и горячие точки? Можно ли применять этот анализ к точечным данным?

Раздел 5. Многомерные данные: сокращение размерности и пространственная кластеризация

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 5.1. Многомерные данные: сокращение размерности и пространственная кластеризация

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что такое многомерные данные и многомерный анализ? Зачем они нужны?

2. Перечислите наиболее часто используемые методы уменьшения размерности и кластеризации данных.

3. Что такое кластеризация на основе плотности? Какие алгоритмы наиболее известны?

4. Как метод главных компонент применяется к растровым данным? Приведите небольшой пример.

5. Перечислите основные различия между методом главных компонент и факторным анализом.

6. Что такое многомерное масштабирование? Что такое ординация?

7. Что такое иерархическая кластеризация? Что такое дендрограмма? Назовите два основных подхода к разделению данных.

8. Что такое метод локтя и F-статистика Калински–Харабаша в алгоритме k средних?

9. Что такое достоверность кластеризации, и почему мы используем меры достоверности?

10. Что такое регионализация? Перечислите основные характеристики кластеров, создаваемых этим методом.

Раздел 6. Моделирование отношений: регрессия и географически-взвешенная регрессия

Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 6.1. Моделирование отношений: регрессия и географически-взвешенная регрессия

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Что такое пространственная эконометрика?

2. Перечислите наиболее широко известные модели пространственной эконометрики.

3. Что такое модель пространственного лага?

4. Что такое модель пространственной ошибки?

5. Какие проблемы возникают при использовании регрессии наименьших квадратов (OLS), когда имеет место пространственная автокорреляция?

6. Что такое критерий множителя Лагранжа?

7. Перечислите основные методы оценки параметров модели пространственного лага.

8. Что такое пространственная фильтрация?

9. Какие проблемы возникают при выполнении непространственного регрессионного анализа, когда имеет место пространственная неоднородность?

10. Что такое метод пространственных режимов?

Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа

Вопросы/Задания:

1. Вычисление статистических характеристик набора данных

Раздел 7. Основы анализа данных дистанционного зондирования Земли
Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 7.1. Основы анализа данных дистанционного зондирования Земли
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Какие источники данных ДЗЗ Вы можете назвать?
2. Какие спутниковые программы дистанционного зондированя Земли Вам известны?

Раздел 8. Основы обработки растровых данных
Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 8.1. Основы обработки растровых данных
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Какие спектральные индексы Вам известны?
2. Какие типы трансформации растров Вам известны?

Раздел 9. Автоматическое дешифрирование
Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 9.1. Автоматическое дешифрирование
Форма контроля/оценочное средство: Расчетно-графическая работа
Вопросы/Задания:
1. Мониторинг водных объектов

Раздел 10. Паншарпенинг
Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 10.1. Паншарпенинг
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Что такое паншарпенинг?
2. Какие методы паншарпенинга Вам известны?

Раздел 11. Нейросетевые методы в обработке данных ДЗЗ
Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Тема 11.1. Нейросетевые методы в обработке данных ДЗЗ
Форма контроля/оценочное средство: Тестирование
Вопросы/Задания:
1. Какие виды нейросетевых моделей в QGIS Вам известны7

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

6 семестр, Зачет с оценкой
Контролируемые ИДК: ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-4.3 ОПК-4.4

Вопросы/Задания:

1. Пространственный анализ. Типы пространственного анализа.

2. Последовательность пространственного анализа

3. Концептуализация пространственных отношений

4. Меры расстояния в пространственном анализе. Сфера влияния, расстояние затухания и область равнозначности

5. Близость в контексте пространственного анализа. Методы представления близости полигонов. Матрица смежности.

6. Взаимодействие и окрестности в контексте пространственного анализа. Методы определения окрестности.

7. Пространственные веса. Стандартизация строк.

8. Исследовательский анализ пространственных данных. Описательная статистика, статистика выводов и пространственная статистика.

9. Фоновая картограмма. Распределение частот и гистограмма частот.

10. Оценки центра, формы и рассеяния.

11. Выбросы. Коробчатая диаграмма.

12. Диаграмма рассеяния. Матрица диаграмм рассеяния.

13. Ковариация. Дисперсионно-ковариационная матрица.

14. Коэффициент корреляции. Парная корреляция.

15. Изменение масштаба данных. Нормализация, поправка, стандартизация. Z-оценка.

16. Статистика выводов. Доверительные интервалы и уровень достоверности.

17. Центрография. Средний, медианный центр. Центральный объект. Стандартное расстояние. Эллипс стандартного отклонения. Географические и пространственные выбросы

18. Анализ пространственных закономерностей: пространственный процесс, пространственная случайность, эффекы первого и второго порядка

19. Анализ ближайших соседей. Ядерная функция оценки плотности.

20. Пространственная автокорреляция. Виды пространственной автокорреляции.

21. Глобальная пространственная автокорреляция.

22. Локальная пространственная автокорреляция.

23. Пространственно-временной автокорреляционный анализ

24. Факторный анализ

25. Метод главных компонент

26. Кластерный анализ

27. Регионализация

28. Кластеризация на основе плотности

29. Анализ сходства

30. Простая линейная регрессия

31. Множественная линейная регрессия

32. Оценка результатов линейной регрессии - метрики, критерии и диаграммы

33. Географически взвешенная регрессия

34. Модель данных ДЗЗ. Одномерный статитический анализ (Гистограмма)

35. Модель данных ДЗЗ. Многомерный статитический анализ

36. Спектральные образы (Спектральная сигнатура). Пространство признаков.

37. Предварительная обработка изображения (Радиометрическая коррекция, Атмосферная коррекция, Геометрическая коррекция, Ортотрансформирование)

38. Спектральные преобразования. Примеры спектральных преобразований. Спектральные индексы.

39. Дешифрирование изображения. Постановка задачи классификации. Метод минимального расстояния. Метод спектрального угла. Проблема разделимости

40. Оценка точности алгоритмов классификации. Матрица ошибок. Ошибки первого рода. Ошибки второго рода. Точность. Каппа коэффициент.

41. Характеритиски аппаратуры Sentinel 2. Семейство Landsat. Характеристики аппаратуры Landsat 7, 8-9.

42. Паншарперинг. Методы паншарепринга. Метод browey. Метод на основе подмены компонент (IHS).

43. Паншарперинг. Методы паншарепринга. Метод на основе ортаганализации Грамма-Шмидта. Метод на основе подмены компонент (IHS).

44. Алгоритм SVM: принципы работы алгоритма SVM. Работа в плагине SCP.

45. Алгоритм SVM. Нелинейное обобщение трюк с ядром (kernel trick). Работа в плагине SCP.

46. Формирование выборки. Алогоритм наращивания областей.

47. Нейронные сети и их применение в ДЗЗ. Математическое описание нейрона. Плагин Deepnes.

48. Линеный оператор. Фильтры. Морфологические операторы.

49. Линеный оператор. Фильтры. Фильтр размытия.Фильтр улучшения чёткости. Медианный фильтр.

50. Линеный оператор. Оператор свертки. Оператор Прюитта, Шарра, Кэнни.

51. Собственные вектора и числа. Применение собственных векторов в ДЗЗ. Метод главных компонент.

52. Геопривязка карт. Привязка листа топографической карты. Математическая интерпретация.

53. Спецификация STAC. Источники данных, доступные в плагине STAC API BROWSER (дополнить источниками самостоятельно, крроме рассморенных в рамках пары)

54. Автоматизация расчетов в QGIS. Калькулятор растров. Автоматизация расчетов индексов.

55. Сингулярное разложение. SVD для сжатия данных. SVD для восстановления изображения

56. Классификация по спектральным областям. Классификация по спектральным сигнатурам. Исследование спектральных сигнатур.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Ивченко Ю. С. Эконометрика в MS EXCEL: лабораторный практикум / Ю. С. Ивченко. - Эконометрика в MS EXCEL - Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 94 c. - 978-5-4486-0109-5. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/70785.html - Режим доступа: по подписке

2. Мотина В. Г. Эконометрика. Построение и анализ модели линейной регрессии. Ч. 1: учебно-методическое пособие в 2-х частях / В. Г. Мотина. - Эконометрика. Построение и анализ модели линейной регрессии. Ч. 1 - Симферополь: Университет экономики и управления, 2020. - 92 c. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/101406.html - Режим доступа: по подписке

3. Чабан Л.Н. Тематитческая классификация многозональных (многослойных) изображений в пакете ERDAS IMAGINE: Методические указания для лабораторного практикума. / Л.Н. Чабан. - МИИГАиК, 2006. - 44 - Текст: непосредственный.

4. Чабан Л.Н. Автоматизированная обработка аэрокосмической информации для картографирования геопространственных данных: Учебное пособие. / Л.Н. Чабан. - МИИГАиК, 2014. - 103 - Текст: непосредственный.

5. 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

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. Воскобойников Ю. Е. Эконометрика в Excel. Часть 2: учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников; под редакцией Г. К. Найденова. - Эконометрика в Excel. Часть 2 - Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2008. - 153 с. - 978-5-7795-0366-2. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/68824.html - Режим доступа: по подписке

3. Рафаэл Гонсалес Цифровая обработка изображений / Гонсалес Рафаэл, Вудс Ричард; перевод Л. И. Рубанов. - Цифровая обработка изображений - Москва: Техносфера, 2012. - 1104 с. - 978-5-94836-331-8. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/26905.html - Режим доступа: по подписке

4. Методы и модели эконометрики. Часть 2. Эконометрика пространственных данных: учебное пособие / О. И. Бантикова, В. И. Васянина, Ю. А. Жемчужникова [и др.]; под редакцией А. Г. Реннер. - Методы и модели эконометрики. Часть 2. Эконометрика пространственных данных - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 435 с. - 978-5-7410-1260-4. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/52325.html - Режим доступа: по подписке

5. Дистанционное зондирование Земли: учебное пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.]; под редакцией В. М. Владимирова. - Дистанционное зондирование Земли - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - 978-5-7638-3084-2. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/84343.html - Режим доступа: по подписке

6. Эконометрика для бакалавров: учебник / В. Н. Афанасьев, Т. В. Леушина, Т. В. Лебедева, А. П. Цыпин; под редакцией В. Н. Афанасьев. - Эконометрика для бакалавров - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 434 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/33668.html - 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://qgis.org/ - Свободно распространяемое ПО ГИС с открытым кодом QGIS

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

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

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

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся. Самостоятельная работа студентов позволяет глубже понять изучаемые темы, отработать навыки, полученные на лекционных или практических занятиях/лабораторных работах, качественно подготовиться к текущей и итоговой аттестации.
При подготовке к практическим занятиям/лабораторным работам, руководствуясь планом и списком рекомендуемой литературы, необходимо изучить тему так, чтобы по каждому из предложенных вопросов студент мог дать развернутый, обстоятельный ответ.
Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:
- подготовка к практическим занятиям/лабораторным работам;
- подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы;
- самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов;
- подготовка расчетно-графической работы и оформление отчета;
- подготовка к промежуточной аттестации.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программой учебной дисциплины. Ее может представить преподаватель на вводной лекции или самостоятельно обучающийся использует информацию на официальном Интернет-сайте Университета.
Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университет, на предлагаемые преподавателем ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.
Для получения допуска к промежуточной аттестации в каждом семестре необходимо выполнение расчетно-графической работы. При выполнении расчетно-графической работы студент закрепляет навыки, выработанные на практических занятиях посредством выполнения комплекса задач от первоначального описания исходных данных до интерпретации результатов анализа. По результатам выполнения расчетно-графической

работы студентом подготавливается отчет, в основной части содержащий описание этапов выполнения работы, процесса выполнения и результатов анализа. Отчет по выполнению расчетно-графической работы защищается студентом на практических занятиях и оценивается в соответствии с установленной шкалой оценивания:

«ПОВЫШЕННЫЙ» - выставляется оценка - 5 «ОТЛИЧНО», если этапы работы выполнены полностью, подробно описаны процесс выполнения и полученные результаты, а также в тех случаях, если при ответе на вопросы по отчету студент подробно объясняет принципы применямых методов анализа, в деталях описывает процесс выполнения этапов работы и детально интерпретирует полученные результаты;

«БАЗОВЫЙ» - выставляется оценка - 4 «ХОРОШО», если этапы работы выполнены с недочетами, а также в тех случаях, если при ответе на вопросы по отчету студент объясняет основные принципы применямых методов анализа, достаточно подробно описывает процесс выполнения этапов работы и интерпретирует полученные результаты;

«ПОРОГОВЫЙ» - выставляется оценка - 3 «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», если основные этапы работы выполнены с существенными недочетами или не достаточно подробно описаны процесс или результаты выполнения этапов работы, а также в тех случаях, если при ответе на вопросы по отчету студент объясняет только базовые принципы применямых методов анализа, в общих чертах описывает процесс выполнения этапов работы или базово интерпретирует полученные результаты.

«НЕДОСТАТОЧНЫЙ» - выставляется оценка - 2 «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», если основные этапы работы не выполнены, выполнены с существенными ошибками или не описаны процесс или результаты выполнения этапов работы, а также в тех случаях, если при ответе на вопросы по отчету студент не может объяснить базовые принципы применямых методов анализа, описать процесс выполнения этапов работы или интерпретировать полученные результаты.

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.