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.04 ТЕОРИЯ И АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ»

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.н., доцент Чабан Л. Н.

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 - получение обучающимися теоретических и прикладных знаний по математическим моделям и методам анализа данных в задачах автоматизированного выделения и тематической классификации абстрактных или реальных объектов по их формализованным признакам.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование основных понятий о моделях представления данных в автоматизированных системах распознавания образов, их взаимосвязи с принципами распознавания и методологией принятия решений в процессе распознавания;
- освоение навыков оперирования изученным теоретическим инструментарием при разработке прикладных компьютерных технологий;
- получение компетенций по использованию теоретических основ и программного инструментария распознавания образов при разработке прикладных информационных технологий в области геодезии и дистанционного зондирования;
- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности, решать практические задачи согласно современным требованиям к уровню формализованного описания данных, их обработки и анализа.

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/Зн2 Требования, предъявляемые методами и алгоритмами распознавания образов к реализующим их программным средствам

Уметь:

ПК-2.1/Ум2 Формализовать высокоуровневые требования к программному обеспечению для задач распознавания образов

Владеть:

ПК-2.1/Нв2 Навыками проведения анализа требований к системам распознавания образов

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

Знать:

ПК-2.2/Зн2 Основные модели представления данных в системах распознавания, связанные с ними принципы распознавания, основные методы и алгоритмы принятия решений в системах распознавания, принципы построения систем распознавания

Уметь:

ПК-2.2/Ум2 Обосновывать выбор архитектурных решений при построении систем распознавания образов

ПК-2.2/Ум3 Обосновывать выбор подходящей модели описания данных и правило принятия решения, оценивать точность распознавания выбранным алгоритмом

Владеть:

ПК-2.2/Нв2 Навыками построения автоматизированных систем и алгоритмов распознавания, оценки их эффективности применительно к решаемой прикладной задаче

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

Знать:

ПК-2.3/Зн2 Методы описания алгоритмов и основные принципы построения функциональных и логических спецификаций программного обеспечения

Уметь:

ПК-2.3/Ум2 Математически грамотно формулировать задачу распознавания, формализовать алгоритмы распознавания в виде пошаговых описаний

Владеть:

ПК-2.3/Нв2 Навыками описания алгоритмов распознавания образов

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.04 «Теория и алгоритмы распознавания образов» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

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

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
5 семестр	144	4	38	38	41	Экзамен (27)
Всего	144	4	38	38	41	27

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	его	кционные занятия	актические занятия	мостоятельная работа	анируемые результаты чения, соотнесенные с ультатами освоения граммы

	Все	Лек	Пр	Сам	Пла обу рез прс
Раздел 1. Введение	**5**	**2**	**2**	**1**	ПК-2.1 ПК-2.2
Тема 1.1. Основные понятия теории распознавания образов	5	2	2	1	
Раздел 2. Основной	**112**	**36**	**36**	**40**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 2.1. Методы распознавания, основанные на принципе кластеризации	10	4	4	2	
Тема 2.2. Распознавание без обучения (кластерный анализ)	6	2	2	2	
Тема 2.3. Методы распознавания с обучением	20	7	7	6	
Тема 2.4. Подготовка обучающих данных и оценка точности распознавания	16	4	6	6	
Тема 2.5. Выбор признаков и сокращение размерности данных	20	7	7	6	
Тема 2.6. Методы распознавания, основанные на булевой логике и теории графов	8	2	2	4	
Тема 2.7. Методы распознавания, основанные на принципе сравнения с эталоном	10	2	2	6	
Тема 2.8. Распознавание образов, представленных структурами	8	2	2	4	
Тема 2.9. Синтаксические методы распознавания образов	6	2	2	2	
Тема 2.10. Применение нейросетей в задачах распознавания образов	8	4	2	2	
Итого	**117**	**38**	**38**	**41**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение

Тема 1.1. Основные понятия теории распознавания образов

Понятие образа в системах искусственного интеллекта. Постановка задачи распознавания. Информационная и методологическая компоненты системы распознавания. Основные подходы к задаче распознавания образов: сравнение с эталоном, принцип кластеризации, принцип общности свойств.

Принципы построения систем распознавания. Классификация систем распознавания. Факторы, влияющие на качество распознавания. Оценка эффективности системы распознавания. Особенности построения систем распознавания при тематическом дешифрировании данных ДЗ.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Раздел 2. Основной

Тема 2.1. Методы распознавания, основанные на принципе кластеризации

Задача классификации образов, заданных набором измеряемых параметров (многомерный статистический анализ). Математическая модель данных (пространство признаков). Описание классов в пространстве признаков, разделяющие и решающие функции. Геометрическая и аналитическая интерпретация задачи. Классификация мультиспектральных изображений как пример задачи многомерного статистического анализа. Понятие спектрального образа и спектральной сигнатуры. Программные средства анализа пространства признаков в пакете ERDAS Imagine.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.2. Распознавание без обучения (кластерный анализ)

Группировка образов с использованием функций расстояния. Задачи кластерного анализа. Области применения кластерного анализа. Методы выявления (выращивания) кластеров. Односвязывающие и полносвязывающие методы. Метод k ближайших соседей, алгоритм максминного расстояния.

Кластеризация при заданном количестве групп. Алгоритмы класса ISODATA. Дисперсионно-ковариационные критерии качества кластеризации. Использование алгоритмов кластерного анализа при тематической обработке ДДЗ – неконтролируемая классификация. Методы анализа и интерпретации результатов неконтролируемой классификации.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.3. Методы распознавания с обучением

Параметрические и непараметрические методы классификации с обучением. Линейный дискриминантный анализ. Метрические классификаторы. Достоинства и недостатки непараметрических и параметрических методов.

Обоснование применения статистических методов при распознавании образов, представленных набором параметров. Понятие статистической гипотезы. Основные стратегии принятия решения (Байеса, минимаксная, Неймана-Пирсона). Условие минимума среднего байесовского риска. Отношение правдоподобия. Правило принятия решения для нормально распределенных значений признака. Сложная статистическая гипотеза, формула Байеса. Байесовская стратегия в случае многомерных нормально распределенных признаков. Расстояние Махаланобиса. Условие линейного вида разделяющих функций.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.4. Подготовка обучающих данных и оценка точности распознавания

Общие требования к обучающим выборкам при классификации с обучением. Влияние нарушения гипотезы о нормальном распределении признаков на точность классификации. Понятие статистической разделимости классов. Меры статистической разделимости. Оценка точности классификации, матрица ошибок. Выбор метода классификации на основе взаимной классификации обучающих выборок.

Тематическая классификация мультиспектральных изображений. Файл расстояний, его использование для оценки репрезентативности обучающих данных. Нечеткая классификация, основания для ее применения. Методы постклассификационной обработки для перехода к тематической карте.

Итоговая оценка точности классификации на основе случайной выборки. Способы формирования случайной выборки. Коэффициент согласованности Коэна.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.5. Выбор признаков и сокращение размерности данных

Понятие статистической связи между признаками. Корреляционная матрица и схема ее получения из доступной выборки образов. Метод нахождения максимального собственного числа и соответствующего собственного вектора корреляционной матрицы. Задачи факторного анализа. Области применения факторного анализа. Постановка задачи в модели главных компонент. Общая схема решения задачи и ее реализация в пакетах обработки ДДЗ.

Сокращение размерности данных высокого спектрального разрешения. Контролируемый и неконтролируемый отбор каналов. Последовательный отбор и проекционные преобразования. Основные методы последовательного отбора, из достоинства и недостатки. Взаимная информация, методы ее использования при последовательном отборе. Сравнение с корреляционным методом, условия применения. Проекционные преобразования, их достоинства и недостатки, условия применения.

Проблемно-ориентированные спектральные индексы. Вегетационные индексы, основные группы и методы построения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.6. Методы распознавания, основанные на булевой логике и теории графов

Обоснование применения логических методов классификации. Способы описания классов с помощью логических высказываний. Прямая и обратная задача логического распознавания. Алгоритм вычисления оценок (метод голосования). Применение метода голосования в современных системах распознавания и поддержки принятия решений. Деревья решений и случайные леса.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.7. Методы распознавания, основанные на принципе сравнения с эталоном

Способы описания эталонов в тематическом анализе сцен. Пространственные (масочные) эталоны. Функция взаимной корреляции, ее использование. Методы описания текстурных признаков. Гистограммные признаки первого и второго порядка. Примеры совместного использования спектральных и текстурных признаков.

Идентификация объектов земной поверхности по спектральным эталонам. Спектральные библиотеки, их создание и использование. Требования к предварительной обработке изображений. Методы идентификации объектов по спектральным эталонам.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.8. Распознавание образов, представленных структурами

Синтез и анализ образов, представленных пространственными структурами. Синтез линейных и площадных структур. Веб- и плекс-структуры. Описание плекс-структур на языке PDL. Примеры применения в геоинформационных технологиях.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.9. Синтаксические методы распознавания образов

Принципы структурного (синтаксического) распознавания образов. Образы и классы в синтаксическом распознавании. Понятие формальной грамматики и формального языка. Типы грамматик. Дерево вывода. Синтаксический разбор образов (парсинг). Контекстно-свободные и регулярные (автоматные) грамматики, модели их автоматического анализа.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

Тема 2.10. Применение нейросетей в задачах распознавания образов

Сфера применения нейронных сетей, их достоинства и недостатки. Основные компоненты нейронных сетей. Сети с линейной функцией активности, алгоритм корректирующих приращений. Сети с нелинейной функцией активности. Обучение нейронных сетей методом обратного распространения ошибок. Сети с радиальными базисными функциями. Решение задачи кластеризации на основе самоорганизующиеся карты Кохонена. Сверточные сети и ихприменение в распознавании.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Практическая работа

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: Экзамен, 5 семестр.
В состав экзаменационного билета входит два экзаменационных вопроса. При сдаче экзамена учитываются результаты контрольных работ. Условием допуска к экзамену является сдача всех заданий, выданных для самостоятельной работы и не менее 2,5 балла за каждую контрольную работу. При количестве баллов более 10 за обе работы экзаменуемый имеет право отвечать на 1 вопрос билета по своему выбору.

Критерии оценивания:
«неудовлетворительно» – экзаменуемый не ответил на вопросы билета или ответил на 1 вопрос и при этом имеет за обе контрольные менее 6 баллов;
«удовлетворительно» – экзаменуемый ответил только на один вопрос билета;
«хорошо» – экзаменуемый ответил на вопросы билета, но изложил материал недостаточно полно или корректно, не смог ответить на дополнительные вопросы в рамках изложенной темы; при этом имеет не менее 7 баллов за обе контрольные работы;
«отлично» – экзаменуемый полностью ответил на вопросы билета и имеет не менее 9 баллов за обе контрольные работы.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Введение
Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2

Тема 1.1. Основные понятия теории распознавания образов
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:
1. Знакомство с модулями ERDAS Imagine и спектральными образами различных объектов земной поверхности.

Раздел 2. Основной
Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3

Тема 2.1. Методы распознавания, основанные на принципе кластеризации
Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа
Вопросы/Задания:

1. Построение и анализ проекций пространства спектральных признаков (ПП) на пары каналов мультиспектрального изображения. Анализ спектральных признаков объектов земной поверхности путем организации взаимосвязи между его проекциями и мультиспектральным снимком. Определение положения классов объектов земной повехности в наиболее информативных проекциях ПП.

Тема 2.2. Распознавание без обучения (кластерный анализ)

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Выполнение неконтролируемой классификации на учебном примере и ее интерпретация на основе анализа спектральных профилей выделенных классов.

Тема 2.3. Методы распознавания с обучением

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет областей принятия решения байесовским классификатором на примере трех классов и одного признака. Выполнение классификации с обучением на учебном примере (мультиспектральное изображение).

Тема 2.4. Подготовка обучающих данных и оценка точности распознавания

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Изучение методики оценки итоговой точности классификации на учебном примере. Выполнение классификации с обучением по индивидуальному заданию. Контрольная работа по теоретическому материалу разделов 1.1, 2.1-2.4.

Список примерных вопросов для контрольной работы 1:

1. Объясните понятие образа в интеллектуальных информационных системах и приведите примеры образов.
2. Что называется классом образов?
3. Дайте определение алгоритма распознавания как формальной системы, проинтерпретируйте ее компоненты.
4. Опишите взаимосвязь способа описания класса образов с принципом работы алгоритма распознавания.
5. Перечислите и опишите основные методические подходы к принятию решения в алгоритмах распознавания.
6. Что такое распознавание без обучения и распознавание с обучением?
7. Что называют спектральным образом участка земной поверхности, соответствующего пикселю изображения?
8. Какие требования предъявляются к цифровым растровым данным, полученным из различных источников, при их совместном использовании в задаче автоматизированного дешифрирования?
9. Что представляют собой образ и класс в задачах многомерного статистического анализа
10. Какие методы классификации называются непараметрическими?
11. Как принимается решение об отнесении образа к классу в случае использования разделяющих и в случае использования решающих функций?
12. Перечислите наиболее распространенные виды метрик, используемых в метрических классификаторах; запишите формулы для этих метрик.
13. Что такое спектральная сигнатура пикселя и спектральная сигнатура класса?
14. Что такое кластер?
15. Какая метрика обычно используется в качестве меры сходства в кластерном анализе и что в этом случае представляют собой границы между кластерами?
16. Какой метод Вы бы предпочли для «выращивания» кластеров и почему?
17. Перечислите основные шаги алгоритма k внутригрупповых средних.

18. Для каких целей используется неконтролируемая классификация при тематическом дешифрировании мультиспектральных изображений?
19. Что такое ошибки первого и второго рода?
20. Что называется функцией правдоподобия и отношением правдоподобия?
21. Запишите формулу Байеса для K классов и объясните ее смысл.
22. Чем отличается классификация по расстоянию Махаланобиса от классификации по евклидову расстоянию?
23. Запишите выражение для «расстояния между пикселем и классом» в байесовском классификаторе.
24. В каком случае в байесовском классификаторе границы между классами вырождаются в гиперплоскости?
25. Что такое меры статистической разделимости?
26. Каким свойством обладают трансфлормированная дивергенция и расстояние Джеффриса-Матуситы?
27. Как выбирается подходящий метод классификации?

Критерии оценивания:
В зависимости от полноты и корректности ответа на вопрос, за него может быть поставлено 0,25, 0,5, 0,75 или 1 балл.

Тема 2.5. Выбор признаков и сокращение размерности данных

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Расчет главной компоненты для 5 признаков по индивидуальному набору объектов, полученному по мультиспектральному снимку.

Построение вегетационных индексов в моделлере пакета ERDAS Imagine по фрагменту гиперспектрального снимка.

Тема 2.6. Методы распознавания, основанные на булевой логике и теории графов

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Идентификация объектов по спектральному эталону на авиационном гиперспектральном снимке.

Тема 2.7. Методы распознавания, основанные на принципе сравнения с эталоном

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Изучение методов фокального анализа и свертки с маской в пакете ERDAS Imagine.

Тема 2.8. Распознавание образов, представленных структурами

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Выполнение индивидуального или группового расчетного задания на применение метода экспертных оценок.

Тема 2.9. Синтаксические методы распознавания образов

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Решение задач на построение формальных грамматик для распознавания символов, картографических условных знаков и пространственных структур.

Тема 2.10. Применение нейросетей в задачах распознавания образов

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Контрольная работа по теоретическому материалу разделов 2.5-2.10.

Список примерных вопросов для контрольной работы 2:

1. Запишите формулу для расчета коэффициента корреляции, объясните ее содержание.
2. При каких значениях r корреляция между изображениями считается сильной?
3. Сформулируйте постановку задачи анализа главных компонент, объясните, к чему сводится ее решение.
4. Как располагаются главные компоненты относительно диаграммы рассеяния образов?
5. Поясните понятия «контролируемый отбор каналов» и «неконтролируемый отбор каналов».
6. Что такое средняя взаимная информация и относительная взаимная информация?
7. На каких сценах применение взаимной информации наиболее эффективно?
8. На каких сценах наиболее эффективно использование PCA преобразования?
9. В каких случаях применяются логические методы распознавания?
10. Что представляют собой образы и классы в логических методах?
11. Перечислите основные этапы построения алгоритма вычисления оценок.
12. Что такое функция взаимной корреляции и как она рассчитывается?
13. Чем отличаются текстурные признаки первого и второго порядка?
14. Что понимается под синтезом образов и анализом образов.
15. Как вычисляется дискретная свертка с маской?
16. Опишите процесс выделения линеаментных структур.
17. Дайте определение формальной грамматики.
18. Что такое КС-грамматика ?
19. Выполните описание заданного символа с помощью языка PDL.
20. Перечислите основные компоненты нейросети.
21. Как вычисляется функция активности нейрона?
22. Перечислите основные шаги алгоритма обратного распространения ошибок.
23. Объясните смысл параметров «норма обучения» и «инерционный член».
24. Для решения какой задачи классификации могут применяться карты Кохонена?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Экзамен

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

Вопросы/Задания:

1. Дополните предложение термином:

Расстояние _____ учитывает не только удалённость объекта от центра класса, но и форму (эллипсоидальность) распределения признаков внутри класса, задаваемую ковариационной матрицей, в отличие от евклидова расстояния.

2. Как называется алгоритм кластеризации без обучения, итеративно уточняющий положение центров кластеров и способный автоматически объединять близкие или разделять сильно вытянутые кластеры в процессе работы?

3. Как называется числовая мера согласованности результатов классификации с эталонными (контрольными) данными, дополнительно учитывающая вероятность случайного совпадения?

4. Как называется матрица, строки и столбцы которой соответствуют классам, а элементы — числу объектов, отнесённых классификатором к каждой паре «истинный класс — предсказанный класс», используемая для оценки точности классификации?

5. Как называется метод сокращения размерности данных, при котором из исходного набора спектральных каналов отбирается подмножество наиболее информативных каналов без их преобразования, в отличие от проекционных методов (например, метода главных компонент), создающих новые комбинированные признаки?

6. Опишите байесовскую стратегию принятия решения при распознавании образов: дайте определение условия минимума среднего байесовского риска, отношения правдоподобия и поясните, как формула Байеса используется для перехода от априорных к апостериорным вероятностям классов.

7. Раскройте содержание понятия статистической разделимости классов: дайте определение и поясните, зачем нужны меры статистической разделимости при подготовке обучающих данных для классификации с обучением, помимо итоговой оценки точности классификации на контрольной выборке.

8. Раскройте содержание применения метода главных компонент (PCA) для сокращения размерности гиперспектральных изображений: объясните, почему подавляющая часть информации сильно коррелированных спектральных каналов обычно сосредоточена в нескольких первых компонентах, и сравните этот подход с методами последовательного отбора каналов по критерию сохранения содержательной интерпретируемости признаков.

9. Раскройте содержание применения нейронных сетей в задачах распознавания образов: сравните сети с линейной и нелинейной функцией активности и объясните, почему одна и та же архитектура сети с нелинейной функцией активности, обученная методом обратного распространения ошибки, может применяться и для задачи распознавания образов дистанционного зондирования, и для совершенно другой прикладной задачи классификации.

10. Дайте определение разделяющей и решающей функции при распознавании образов, представленных наборами (векторами) параметров, поясните их различие.

11. Расположите этапы неконтролируемой классификации (кластеризации без обучения) мультиспектрального изображения методом ISODATA в правильной последовательности.

1. Пересчёт положения центров кластеров как средних значений признаков отнесённых к ним пикселей.
2. Задание начального (произвольного или регулярного) размещения центров кластеров в пространстве признаков.
3. Интерпретация полученных кластеров и присвоение им содержательных тематических классов.
4. Отнесение каждого пикселя изображения к ближайшему по расстоянию центру кластера.
5. Объединение слишком близких друг к другу кластеров и разделение кластеров с чрезмерно большой дисперсией.

12. Расположите этапы построения главных компонент методом анализа корреляционной (ковариационной) матрицы признаков в правильной последовательности.

1. Упорядочивание собственных векторов по убыванию соответствующих им собственных чисел.
2. Вычисление корреляционной (или ковариационной) матрицы исходных признаков по обучающей выборке образов.
3. Проецирование исходных данных на новые оси, заданные упорядоченными собственными векторами, для получения значений главных компонент.
4. Нахождение собственных чисел и соответствующих им собственных векторов этой матрицы.

13. Расположите этапы оценки точности тематической классификации мультиспектрального изображения на основе случайной контрольной выборки в правильной последовательности.

1. Выполнение классификации изображения обученным классификатором.
2. Формирование случайной выборки пикселей (точек) изображения, независимой от обучающей выборки.
3. Определение истинной принадлежности каждой точки контрольной выборки классу (по наземным данным или эталонному материалу).
4. Сравнение предсказанного классификатором класса и истинного класса для каждой точки контрольной выборки.
5. Построение матрицы ошибок на основе результатов сравнения.
6. Вычисление итоговых показателей точности (включая коэффициент каппа Коэна) по матрице ошибок.

14. Расположите этапы классификации образа с использованием расстояния Махаланобиса в правильной последовательности.

1. Вычисление расстояния Махаланобиса от классифицируемого образа до каждого класса с учётом его ковариационной матрицы.
2. Оценка вектора средних значений и ковариационной матрицы признаков для каждого класса по обучающей выборке.
3. Отнесение образа к классу с минимальным вычисленным расстоянием.

15. Расположите этапы обучения нейронной сети методом обратного распространения ошибки для задачи распознавания образов в правильной последовательности.

1. Распространение вычисленной ошибки в обратном направлении по слоям сети для расчёта градиента по каждому весу.
2. Прямой проход обучающего образа через сеть и получение выходного значения (предсказания).
3. Корректировка весов сети в направлении, уменьшающем ошибку, согласно вычисленному градиенту.
4. Вычисление величины ошибки как отклонения полученного предсказания от известного правильного ответа.

16. Установите соответствие между стратегией принятия решения в теории распознавания образов и её содержанием.

Байесовская стратегия - Минимизирует наибольший из возможных рисков в условиях, когда априорные вероятности классов неизвестны
Минимаксная стратегия - Фиксирует допустимый уровень ошибки одного рода и минимизирует вероятность ошибки другого рода
Стратегия Неймана-Пирсона - Выбирает класс с наибольшим значением функции правдоподобия признаков, предполагая равные априорные вероятности классов
Классификация по максимуму правдоподобия - Минимизирует средний риск с учётом априорных вероятностей классов и стоимостей разных видов ошибок

17. Установите соответствие между методом «выращивания» кластеров и принципом его работы.

Односвязывающий метод - Объединяет кластеры, только если расстояние между всеми парами их объектов не превышает порога
Полносвязывающий метод - Относит объект к классу, наиболее часто встречающемуся среди его k ближайших соседей
Метод k ближайших соседей - Объединяет кластеры, если расстояние между хотя бы одной парой их ближайших объектов минимально

18. Установите соответствие между типом нейронной сети (архитектурой) и её отличительным принципом работы.

Сеть с линейной функцией активности - Активность нейрона зависит от расстояния входа до некоторого центра, а не от линейной комбинации входов
Сеть с радиальными базисными функциями - Обучается без учителя, отображая многомерные

данные на решётку нейронов с сохранением топологии сходства
Самоорганизующаяся карта Кохонена - Использует локальные, скользящие по изображению фильтры для извлечения пространственных признаков
Свёрточная сеть - Веса всех слоёв корректируются на основе градиента ошибки, распространяемого от выхода к входу
Сеть, обучаемая методом обратного распространения ошибки - Выход каждого нейрона является линейной комбинацией входов, сеть строит только линейные разделяющие границы

19. Установите соответствие между понятием, связанным с текстурными и эталонными признаками, и его определением.

Функция взаимной корреляции - Статистики распределения яркости пикселей текстуры без учёта их взаимного пространственного расположения
Гистограммные признаки первого порядка - Статистики совместной встречаемости пар значений яркости пикселей, расположенных в определённом взаимном положении
Гистограммные признаки второго порядка - Набор эталонных спектральных сигнатур известных материалов, используемый для идентификации объектов на снимке
Спектральная библиотека - Мера сходства между эталонным изображением (маской) и участком анализируемого изображения при их взаимном смещении

20. Установите соответствие между методом сокращения размерности признакового пространства и его принципом.

Метод главных компонент (PCA) - Выбирает подмножество наиболее информативных исходных каналов без их преобразования
Последовательный отбор каналов - Вычисляется по заранее заданной формуле из нескольких спектральных каналов для выделения конкретного физического явления (например, растительности)
Проблемно-ориентированный спектральный индекс - Строит новые признаки как линейные комбинации всех исходных признаков, максимизирующие объяснённую дисперсию

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Чабан Л.Н. Теория и алгоритмы распознования образов: Учебное пособие. / Л.Н. Чабан. - МИИГАиК, 2004. - 71 - Текст: непосредственный.

2. Чабан Л.Н. Автоматизированная обработка аэрокосмической информации для картографирования геопространственных данных: Учебное пособие. / Л.Н. Чабан. - МИИГАиК, 2013. - 104 - Текст: непосредственный.

3. Л.Н. Чабан. Методы и алгоритмы распознавания образов в автоматизированном дешифрировании данных дистанционного зондирования: учебное пособие. - М.: МИИГАиК, 2016. - 94 с.

Дополнительная литература

1. Павлова А. И. Искусственные нейронные сети: учебное пособие / А. И. Павлова. - Искусственные нейронные сети - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 190 с. - 978-5-4497-1165-6. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/108228.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://sdo.miigaik.ru/ - Система дистанционного обучения МИИГАиК

2. https://gis-lab.info/ - GIS-Lab.info — русскоязычный некоммерческий веб-проект и сообщество, посвящённое работе с географическими информационными системами и данными дистанционного зондирования земной поверхности

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) - 12 шт.
Интерактивная доска - 1 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 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.

Перечень вопросов для промежуточной аттестации:
1. Основные компоненты алгоритма распознавания как формальной системы.
2. Этапы проектирования систем распознавания.

3. Критерии оценки эффективности систем распознавания.
4. Понятие разделяющей и решающей функции при распознавании образов, представленных наборами (векторами) параметров.
5. Параметрические и непараметрические методы классификации, обоснование их применения.
6. Обоснование применения алгоритмов кластерного анализа (неконтролируемой классификации).
7. Влияние начальных условий и размерности данных на результат работы алгоритма ISODATA.
8. Теоретическое обоснование классификации образов по максимуму правдоподобия.
9. Влияние нарушения гипотезы о нормальном законе распределения признаков в классе на результат классификации по расстоянию Махаланобиса.
10. Основные этапы обучения статистических классификаторов, методы проверки качества обучения. Схема расчета матрицы корреляции признаков по заданному набору образов.
11. Постановка задачи факторного анализа, интерпретация решения задачи методом главных компонент.
12. Методы сокращения размерности гиперспектральных изображений.
13. Проблемно-ориентированные спектральные индексы, методы их построения.
14. Распознавание объектов на изображении с использованием функции взаимной корреляции.
15. Распознавание объектов на изображении с использованием эталонов из спектральных библиотек.
16. Методы описания текстур, гистограммные признаки первого и второго порядка.
17. Обоснование применения логических методов распознавания, описание образов и классов в логических методах.
18. Общая схема алгоритма вычисления оценок, применение метода в современных алгоритмах распознавания.
19. Понятие образа и класса в синтаксическом распознавании.
20. Описание многомерных структур на основе языка PDL.
21. Стохастические грамматики, обучение классификаторов на основе стохастических грамматик.
22. Основные компоненты и разновидности нейросетей, возможности их применения в задачах распознавания.

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.