

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
технологий обработки и защиты информации



Сирота Александр Анатольевич
03.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 Распознавание образов

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

Квантовая теория информации, распределенные системы и искусственный интеллект

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра технологий обработки и защиты информации

6. Составители программы:

Попело Владимир Дмитриевич, д. т. н., профессор

7. Рекомендована:

Протокол №7 от 03.05.2023

8. Учебный год:

2025-2026

Семестр/Триместр:

6

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: изучение теоретических основ и овладение практическими навыками решения задач распознавания образов в интересах сопровождения и проектирования информационных, информационно-измерительных и управляющих систем различного назначения.

Задачи учебной дисциплины:

обучение студентов базовым понятиям современной теории распознавания образов;

обучение студентов базовым методам и алгоритмам распознавания образов в рамках структурно-статистического, структурно-геометрического подходов;

овладение практическими навыками синтеза и анализа алгоритмов распознавания образов

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Входит в блок дисциплин, формируемый участниками образовательных отношений Б1.В.

Входные знания в области математического анализа, теории множеств, матричной алгебры, теории вероятностей и математической статистики.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК 1	Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	ПК 1.1	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий	Знать: базовые понятия методов и технологий распознавания образов в рамках статистического и детерминистского подходов
		ПК 1.2	Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике	Уметь: применять основные методические подходы к формализации задач предметной области изучаемого явления в терминах распознавания образов
		ПК 1.3	Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике	Владеть: практическими навыками использования теоретических оценок эффективности алгоритмов распознавания образов и сопоставления теоретических результатов с результатами компьютерного эксперимента
ПК 3	Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники	ПК 3.1	Обладает базовыми знаниями для создания и исследования новых математических моделей в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных методов и технологий распознавания образов	Знать: базовые методы синтеза и анализа алгоритмов распознавания образов для решения конкретных практических задач Уметь: формировать рекомендации по принципам построения и параметрам алгоритмов распознавания образов в конкретной предметной области

		ПК 3.2	Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта	Уметь: использовать математические методы в интересах аналитической и численной оценки основных показателей эффективности алгоритмов распознавания образов
		ПК 3.3	Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий	Владеть: практическими навыками решения задач распознавания образов в конкретной предметной области
ПК 4	Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования	ПК 4.1	Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Знать: математические основы и теоретические обоснования методов и алгоритмов распознавания образов в рамках статистического и детерминистского подходов
		ПК 4.2	Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Уметь: разрабатывать и применять алгоритмы и технологий распознавания образов; обладает навыками разрабатывать алгоритмы распознавания образов в современных инструментальных средах (Matlab)
		ПК 4.3	Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Владеть: практическими навыками разработки и реализации алгоритмов распознавания образов в конкретной предметной области на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

4/144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			6 семестр
Аудиторные занятия		64	32
в том числе:	лекции	32	64
	практические	16	32
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		44	44
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 3 час.)		36	36
Итого:		144	144

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
1. Лекции			

1.1	Введение. Базовые понятия технологий обработки информации и распознавания образов	1. Обработка информации, распознавание образов. Основные понятия и определения	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям
1.2	Статистическая теория распознавания образов	2. Случайные величины и случайные векторы. 3. Байесовская теория принятия решения применительно к задаче распознавания образов. 4. Распознавание образов, описываемых гауссовскими случайными векторами. 5. Распознавание образов, описываемых произвольными законами распределения. 6. Распознавание образов в условиях параметрической неопределенности на основе обучения с учителем. 7. Распознавание образов в условиях непараметрической неопределенности на основе обучения с учителем	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекции и лабораторным работам
1.3	Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода	8. Распознавание образов с использованием функций расстояния. 9. Нелинейные преобразования и спрямляющие пространства. 10. Метод опорных векторов. 11. Композиционные алгоритмы распознавания образов.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям и лабораторной работе
1.4	Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов	12. Кластеризация при известном числе классов. Алгоритм К-внутригрупповых средних и алгоритм иерархической кластеризации. 13. Критерии оценки числа классов и использование алгоритмов кластеризации в условиях неизвестного числа классов.	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекциям и лабораторной работе
2. Лабораторные занятия			
2.1	Статистическая теория распознавания образов	1. Моделирование случайных величин. 2. Распознавание образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с одинаковыми матрицами ковариаций 3. Распознавание образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с различными матрицами ковариаций. 4. Распознавание образов, описываемых бинарными признаками. 5. Исследование непараметрических алгоритмов оценивания плотности распределения случайной величины. 6. Распознавание образов в условиях непараметрической неопределенности	
2.2	Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода	7. Распознавание образов с использованием метода опорных векторов	
2.3	Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов	8. Исследование алгоритмов кластеризации образов при известном числе классов	
3. Практические занятия			
3.1	Статистическая теория распознавания образов	1. Моделирование случайных величин. 2. Распознавание образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с одинаковыми матрицами ковариаций 3. Распознавание образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с различными матрицами ковариаций. 4. Распознавание образов, описываемых бинар-	

		ными признаками. 5. Исследование непараметрических алгоритмов оценивания плотности распределения случайной величины. 6. Распознавание образов в условиях непараметрической неопределенности	
3.2	Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода	7. Распознавание образов с использованием метода опорных векторов	
3.3	Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов	8. Исследование алгоритмов кластеризации образов при известном числе классов	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
	Введение. Базовые понятия технологий обработки информации и распознавания образов	2	0	0	6	8
	Статистическая теория распознавания образов	16	12	12	16	56
	Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода	10	2	2	12	26
	Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов	4	2	2	10	18
	Итого:	32	16	16	44	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
методические указания и пособия;
контрольные задания для закрепления теоретического материала;
электронные версии учебников и методических указаний для выполнения лабораторно - практических работ (при необходимости материалы рассылаются по электронной почте).

2. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование, решение задач) обучающихся по материалам лекций и практических работ.

Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию при конспектировании лекционного материала.

3. При проведении лабораторных занятий обеспечивается максимальная степень соответствия с материалом лекционных занятий и осуществляется экспериментальная проверка методов, алгоритмов и технологий обработки информации, излагаемых в рамках лекций.

4. При переходе на дистанционный режим обучения для создания электронных курсов, чтения лекций онлайн и проведения лабораторно - практических занятий используется информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный

университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете.

5. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения обучающиеся должны выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн - занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сирота, Александр Анатольевич. Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB: [учебное пособие] / А.А. Сирота .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016.— 381 с. : ил. — Библиогр.: с. 371-374 .— Предм. указ.: с. 377-381 .— ISBN 978-5-9775-3778-0

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Алгазинов, Эдуарт Константинович. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем: [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальности 080801 "Приклад. информатика" и др. междисциплинар. специальностям] / Э.К. Алгазинов, А.А. Сирота ; под общ. ред. А.А. Сироты .— М. : Диалог-МИФИ, 2009 .— 416 с. : ил .— Библиогр. в конце разд. — ISBN 978-5-86404-233-5
2	Фукунага К. Введение в статистическую теорию распознавания образов / К. Фукунага. – М.: Наука, 1979. – 368 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Ресурс
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http // www.lib.vsu.ru/).
2	Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».– (https://edu.vsu.ru/)
3	ЭБС Лань – Лицензионный договор №3010-14/37-23 от 07.03.2023 (срок предоставления с 12.03.2023 по 11.03.2024)
4	ЭБС «Университетская библиотека online» – Контракт №3010-06/23-22 от 30.12.2022(срок предоставления с 12.01.2023 по 11.01.2024)
5	ЭБС «Консультант студента» – Лицензионный договор №3010-06/22-22 от 30.12.2022 (с дополнительным соглашением №1 от 09.01.2023) (срок предоставления с 12.01.2023 по 11.01.2024)

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Сирота, Александр Анатольевич. Методы и алгоритмы анализа данных и их моделирование в MATLAB: [учебное пособие] / А.А. Сирота .— Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016.— 381 с. : ил. — Библиогр.: с. 371-374 .— Предм. указ.: с. 377-381 .— ISBN 978-5-9775-3778-0

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Для реализации учебного процесса используются:

ПО ОС Windows v.7, 8, 10, Visual Studio, v. 2010-2019.

При проведении занятий в дистанционном режиме обучения используются технические и информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Учебная аудитория (394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, корпус 1а, аудитория 380): компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 22", мультимедийный проектор, экран. Система Интернет-видеоконференцсвязи в составе ВКС LifeSize Team220 Camera 200 Dual, аудиосистема Defender Mercury 34 SPK-705, интерактивная доска со встроенным проектором "SmartBoard 480iv V25".

2. Учебная аудитория (394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, корпус 1б, аудитория 291): специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-3220-3,3ГГц, мониторы ЖК 19" (16 шт.), мультимедийный проектор, экран. ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Разделы 1-4 Введение. Базовые понятия технологий обработки информации и распознавания образов. Статистическая теория распознавания образов. Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода. Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов	ПК 1	ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3	Контрольные работы по соответствующим разделам и темам. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ 1-8
2.	Разделы 1-4 Введение. Базовые понятия технологий обработки информации и распознавания образов. Статистическая теория распознавания образов. Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода. Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов	ПК 3	ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3	Контрольные работы по соответствующим разделам и темам. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ 1-8
3.	Разделы 1-4 Введение. Базовые понятия технологий обработки информации и распознавания образов. Статистическая теория распознавания образов. Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода. Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов	ПК 4	ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3	Контрольные работы по соответствующим разделам и темам. Задания и отчеты о выполнении лабораторных работ 1-8
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену в виде комплекта КИМ, перечень заданий для выполнения лабораторных работ

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа) и письменных работ (контрольные, лабораторные работы). При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- 1) устный опрос на практических занятиях;
- 2) контрольная работа по теоретической части курса;
- 3) лабораторные работы.

Примерный перечень и порядок использования оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценки
1	Устный опрос	Вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкала оценивания соответствует приведенной в разделе 20.2
2	Контрольная работа по разделам дисциплины	Теоретические вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкала оценивания соответствует приведенной в разделе 20.2
3	Лабораторная работа	Содержит 6 лабораторных заданий, предусматривающих разработку и тестирование криптографических и стеганографических алгоритмов	При успешно выполнении работы осуществляется допуск к контрольной работе, в противном случае обучающийся не допускается к контрольной работе.
4	КИМ промежуточной аттестации	Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает 2 вопроса для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции	Шкалы оценивания приведены в разделе 20.2

Пример задания для выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа № 2

«Распознавание образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с одинаковыми матрицами ковариаций»

Цель работы: исследовать с точки зрения ожидаемых потерь и ошибок алгоритмы распознавания образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с одинаковыми матрицами ковариаций.

Форма контроля: Письменный отчёт (допускается представление в электронном виде). Опрос в устной форме в соответствии с перечнем контрольных вопросов.

Количество отведённых аудиторных часов: 2

Задание: получить у преподавателя вариант задания и написать код, реализующий алгоритм распознавания образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с заданными параметрами. Оценить ошибки первого и второго рода на основе аналитических выражений и сравнить с экспериментальными оценками, по-

лученными в ходе моделирования алгоритма. Провести анализ полученных результатов и представить его в виде выводов по проделанной работе. Составьте отчёт о проделанной работе, в котором отразите следующие пункты:

1. ФИО исполнителя и номер группы.
2. Название и цель лабораторной работы.
3. Номер своего варианта.
4. Код, написанный исполнителем.
5. Графики и рисунки, соответствующие варианту задания исполнителя.

Примеры контрольных вопросов:

1. В чем различаются ошибки первого и второго рода?
2. Чем определяются формы кластеров объектов в пространстве используемых признаков?

Варианты заданий:

1. $m_1=[2 \ 1]$, $m_2=[-1 \ 1]$, $C=[3 \ -1; \ -1 \ 3]$.
2. $m_1=[-2 \ 3]$, $m_2=[10 \ 1]$, $m_3=[4 \ -1]$, $C=[5 \ -1; \ -1 \ 4]$.
3. $m_1=[3 \ 1 \ 1]$, $m_2=[-1 \ 7 \ 2]$, $C=[3 \ 1 \ 1; \ 1 \ 3 \ 1; \ 1 \ 1 \ 3]$.
4. $m_1=[0 \ -1]$, $m_2=[-4 \ 2]$, $m_3=[-1 \ 2]$, $C=[3 \ -2; \ -2 \ 3]$.
5. $m_1=[-2 \ -3 \ -3]$, $m_2=[1 \ 11 \ 0]$, $C=[4 \ 1 \ -1; \ 1 \ 4 \ 1; \ -1 \ 1 \ 4]$.
6. $m_1=[10 \ -2]$, $m_2=[-4 \ 3]$, $m_3=[1 \ -2]$, $C=[3 \ 1; \ 1 \ 3]$.
7. $m_1=[3 \ 1]$, $m_2=[-1 \ 7]$, $C=[3 \ 1; \ 1 \ 4]$.
8. $m_1=[2 \ -3]$, $m_2=[1 \ 10]$, $C=[4 \ -2; \ -2 \ 4]$.
9. $m_1=[5 \ -1]$, $m_2=[-1 \ 4]$, $m_3=[-10 \ 2]$, $C=[6 \ 2; \ 2 \ 6]$.
10. $m_1=[2 \ 2]$, $m_2=[1 \ -1]$, $C=[5 \ 1; \ 1 \ 5]$.
11. $m_1=[2 \ -3 \ 3]$, $m_2=[1 \ 1 \ 0]$, $C=[3 \ 1 \ 1; \ 1 \ 3 \ 1; \ 1 \ 1 \ 3]$.
12. $m_1=[-1 \ 6]$, $m_2=[1 \ -4]$, $m_3=[10 \ -2]$, $C=[6 \ 2; \ 2 \ 6]$.
13. $m_1=[-5 \ 1 \ 0]$, $m_2=[1 \ -4 \ 8]$, $m_3=[10 \ -2 \ 1]$, $C=[3 \ 1 \ 1; \ 1 \ 3 \ 1; \ 1 \ 1 \ 3]$.
14. $m_1=[-2 \ 3 \ -3]$, $m_2=[-1 \ -1 \ 10]$, $C=[5 \ -1 \ 0; \ -1 \ 5 \ -1; \ 0 \ -1 \ 5]$.
15. $m_1=[1 \ -3]$, $m_2=[-1 \ 3]$, $m_3=[10 \ -2]$, $C=[3 \ 1; \ 1 \ 3]$.
16. $m_1=[-12 \ 3]$, $m_2=[1 \ 7]$, $C=[5 \ -1; \ -1 \ 5]$.
17. $m_1=[-2 \ 1]$, $m_2=[1 \ -1]$, $C=[7 \ 2; \ 2 \ 7]$.
18. $m_1=[-3 \ 2]$, $m_2=[0 \ 10]$, $C=[5 \ 1; \ 1 \ 4]$.
19. $m_1=[5 \ -1 \ 2]$, $m_2=[-1 \ 4 \ 8]$, $m_3=[10 \ 2 \ -1]$, $C=[2 \ -1 \ 1; \ -1 \ 2 \ -1; \ 1 \ -1 \ 2]$.
20. $m_1=[3 \ 2]$, $m_2=[0 \ -1]$, $C=[5 \ -1; \ -1 \ 5]$.

Описание технологии проведения

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса

(индивидуальный опрос, фронтальная беседа) и письменных работ (контрольные, лабораторные работы). При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания приведены выше в таблице раздела 20.2.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине.

Вопросы с выбором

1. Формализованная запись априорной вероятности класса

а) $p(x)$

б) $p(\omega_i)$

в) $p(x / \omega_i)$

г) $p(\omega_i / x)$

2. Расстояние Махалонобиса определяется как

а) $\rho = [(x - m)^T C^{-1} (x - m)]^{1/2}$;

б) $\rho = [(x - m)^T (x - m)]^{1/2}$.

3. Какой из критериев обеспечивает решение задачи распознавания образов при минимальном объеме априорной информации?

а) критерий минимума условного риска;

б) критерий максимума апостериорной вероятности;

в) критерий максимального правдоподобия.

4. Какое решающее правило при разработке алгоритма распознавании образов следует реализовать при задании функций правдоподобия классов и априорных вероятностей гипотез

а) решающее правило в соответствии с критерием минимума среднего риска;

б) решающее правило в соответствии с критерием максимума апостериорной вероятности;

в) решающее правило в соответствии с критерием максимума функции правдоподобия;

г) решающее правило на основе деревьев решений.

5. Могут ли пересекаться области решений в пространстве признаков для отдельных классов?

а) да;

б) нет;

в) в отдельных случаях.

6. Какое выражение соответствует симметричным штрафным функциям с нулевой платой за правильное решение?

а) $\lambda_{ij} = \lambda(\alpha_i / \omega_j) = \begin{cases} 1, & i = j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$

б) $\lambda_{ij} = \lambda(\alpha_i / \omega_j) = \begin{cases} 0, & i = j \\ 1, & i \neq j \end{cases}$

в) $\lambda_{ij} = \lambda(\alpha_i / \omega_j) = \begin{cases} -1, & i = j \\ 1, & i \neq j \end{cases}$

7. Изменится ли положение экстремума функции после монотонного преобразования?

а) да;

б) нет;

в) может измениться в зависимости от вида преобразования;

г) может измениться в зависимости от вида функции.

8. Если априорная вероятность классов одинакова и равна $p(\omega_i) = 0,125$, то каково количество N классов?

а) $N = 5$;

б) $N = 8$;

в) $N = 12$

9. Как соотносятся значения разделяющих функций классов на границе между областями решений?

а) значения совпадают;

б) значения разделяющей функции тем больше, чем больше априорная вероятность класса;

в) разность значений равна нулю;

г) разность значений равна отношению априорных вероятностей классов.

10. При решении задачи распознавания образов, представляющих реализации гауссовских случайных векторов, какие из приведенных ниже параметров необходимо знать для аналитического представления функции правдоподобия?

а) математическое ожидание;

б) ковариационную матрицу;

в) коэффициент асимметрии;

г) коэффициент эксцесса.

11. Как изменяется значение порога в решающем правиле при использовании логарифмического отношения правдоподобия?

а) не изменяется;

б) принимается равным единице;

в) принимается равным логарифму исходного значения порога.

12. При каких условиях в задачах распознавания образов – гауссовских случайных векторов – граница, разделяющая области решений, представляет собой гиперплоскость?

а) при различных математических ожиданиях и одинаковых ковариационных матрицах;

б) при одинаковых математических ожиданиях и различных ковариационных матрицах;

в) при различных математических ожиданиях и различных ковариационных матрицах

13. При двухальтернативном распознавании образов ошибка первого рода это

а) $\alpha = \int_{\Gamma_1} p(x / \omega_2) dx$;

б) $\alpha = \int_{\Gamma_2} p(x / \omega_1) dx$

14. Какой алгоритм используется при выборе эталонных образов при решении задачи классификации по мере близости?

а) алгоритм SVM;

б) алгоритм Калинского-Харабаша;

в) алгоритм K-соседей;

г) алгоритм STOLP.

15. Где располагаются опорные векторы в алгоритме SVM?

а) вне границ разделяющей полосы;

б) на границах разделяющей полосы;

в) близко к границам разделяющей полосы ;

г) заступают за границы разделяющей полосы;

16. Какое решающее правило при разработке алгоритма распознавании образов следует реализовать при задании только функций правдоподобия классов?

а) решающее правило в соответствии с критерием минимума условного риска;

б) решающее правило в соответствии с критерием максимума апостериорной вероятности;

в) решающее правило в соответствии с критерием максимума правдоподобия;

г) решающее правило на основе SVM

17. Какие алгоритмы используются при наличии неизвестных параметров функций правдоподобия?

а) на основе оценок с использованием окон Парзена;

б) подстановочные алгоритмы;

в) оптимальные алгоритмы по критерию максимального правдоподобия;

г) оптимальные алгоритмы по критерию максимума апостериорной вероятности;

18. Какие параметры используются при формировании оценок плотности по методу k-соседей?

- а) обучающая выборка, рекомендуемое число соседей, выборочная матрица ковариаций;
- б) обучающая выборка, рекомендуемое число соседей, подбираемые константы;
- в) размер обучающей выборки, рекомендуемое число соседей, подбираемые константы;
- г) радиус расположения ближайших соседей, рекомендуемое число соседей, подбираемые константы

19. Какие данные используются при разработке алгоритмов распознавания по мере близости?

- а) используемая метрика, один или несколько эталонных векторов для каждого класса;
- б) используемая метрика, эталонный вектор для каждого класса;
- в) используемая функция расстояния, несколько эталонных векторов для каждого класса;
- г) используемая функция расстояния, один или несколько эталонных векторов для каждого класса

20. Имеется смешанная обучающая выборка двух классов, состоящая из N примеров. Какова должна быть максимальная размерность спрямляющего пространства?

- а) $N/2$;
- б) $N+1$;
- в) N ;
- г) 4;

21. Какое решающее правило при разработке алгоритма классификации образов следует реализовать при задании функций правдоподобия классов, штрафных функций, априорных вероятностей гипотез

- а) решающее правило в соответствии с критерием минимума среднего риска;
- б) решающее правило в соответствии с критерием максимума апостериорной вероятности;
- в) решающее правило в соответствии с критерием максимума функции правдоподобия;
- г) наивный байесовский классификатор.

22. Наиболее полный набор данных для синтеза оптимальных алгоритмов классификации из перечисленных исходных включает:

- а) число классов, ядерные оценки плотности распределения классов;
- б) число классов, априорные вероятностей гипотез, функции правдоподобия классов, штрафные функции;
- в) число классов, априорные вероятностей гипотез, функции правдоподобия классов с подстановкой неизвестных параметров;

23. Какой результат при неизвестном числе классов в алгоритмах кластерного анализа дает использования критерием минимума внутриклассового разброса?

- а) показывает наличие только одного кластера;
- б) критерий не изменяется при изменении числа классов;
- в) дают большую ошибку при определении числа кластеров ;
- г) показывает, что число кластеров равно числу элементов обучающей выборки;

24. Почему при неизвестном числе классов в алгоритмах кластерного анализа нельзя пользоваться критерием минимума внутриклассового разброса?

- а) критерий монотонно возрастает при увеличении числа классов;
- б) критерий не изменяется при изменении числа классов;
- в) критерий монотонно убывает при увеличении числа классов;
- г) критерий не зависит от числа классов

25. Какие исходные данные используются при построении алгоритма распознавания по методу SVM

- а) обучающая и тестирующая выборка, тип функции ядра, параметры функции ядра, регуляризирующая константа C;

б) обучающая и тестирующая выборка, вектор признаков, параметры функции ядра, регуляризирующая константа C ;

в) обучающая и тестирующая выборка, длина вектора признаков, тип функции ядра, регуляризирующая константа C ;

г) длина вектора признаков, тип функции ядра, параметры функции ядра, регуляризирующая константа C ;

26. Какой критерий из перечисленных можно отнести к критериям оценки числа классов в задачах кластерного анализа?

а) минимума условного риска;

б) критерий силуэта;

в) критерий минимума внутриклассового разброса;

г) критерий минимума внутриклассовой дисперсии.

27. Как принимается решение при распознавании образа по методу k -соседей?

а) в пользу класса, имеющего максимальное значение функции правдоподобия k -соседей;

б) в пользу класса, имеющего максимальное значение апостериорной вероятности k -соседей;

в) в пользу класса, для которого имеется максимальное число соседей;

г) в пользу класса, для которого имеется максимальное число элементов обучающей выборки.

28. Применение метода опорных векторов для нелинейно разделимых классов предполагает задание следующих исходных данных:

а) неразмеченная обучающая выборка, функция ядра скалярного произведения;

б) неразмеченная обучающая выборка, управляющий параметр C ;

в) размеченная обучающая выборка, функция ядра скалярного произведения, управляющий параметр C ;

г) размеченная обучающая выборка, управляющий параметр C , функция ядра скалярного произведения;

д) размеченная обучающая выборка, управляющий параметр C , нелинейное спрямляющее преобразование;

29. Какие исходные данные входят в постановку задачи кластерного анализа в рамках на основе иерархической группировки ?

а) размеченная обучающая смешанная выборка, число классов (кластеров), мера близости образов различных классов;

б) неразмеченная обучающая смешанная выборка, число классов (кластеров), мера близости образов различных классов, способ сравнения классов;

в) неразмеченная обучающая смешанная выборка, число классов (кластеров), мера близости различных кластеров

30. Какие исходные данные входят в постановку задачи кластерного анализа в рамках детерминистского подхода ?

а) размеченная обучающая смешанная выборка, число классов (кластеров), мера близости образов различных классов;

б) неразмеченная обучающая смешанная выборка, число классов (кластеров), мера близости образов различных классов, способ сравнения классов;

в) неразмеченная обучающая смешанная выборка, число классов (кластеров), мера близости образов различных классов.

Вопросы с коротким ответом

31. Сформулируйте определение понятия «состояние объекта»

32. Запишите аналитическое выражение для плотности распределения гауссовского случайного вектора

33. Запишите байесовское решающее правило для случая для случая отнесения объекта к одному из n классов в соответствии с критерием максимальной апостериорной вероятности

34. Дайте определение понятию «разделяющая функция»

35. Какова форма границ областей решений при распознавания образов, описываемых гауссовскими случайными векторами с различными матрицами ковариации?

36. Какой алгоритм распознавания называют «наивным байесовским классификатором»?

37. В чем различие задач распознавания образов в условиях параметрической и непараметрической неопределенности?

38. При выполнении каких условий, вещественная неотрицательная функция $d(x^{(i)}, x^{(j)})$ образов $x^{(i)} \in R_n, x^{(j)} \in R_n$ называется метрикой?

39. Сформулируйте теорему Ковера

Вопросы с развернутым ответом

40. Обоснуйте обобщенную структуру решающего правила. Сформулируйте понятие и приведите примеры разделяющих функций.

41. Проанализируйте содержание задачи распознавания образов, описываемых случайными гауссовскими векторами с различными математическими ожиданиями, но с одинаковыми ковариационными матрицами. Постройте аналитические выражения для расчета вероятностей ошибок распознавания для случая двух классов.

42. Приведите блок-схему алгоритма распознавания по бинарным признакам используя, стандартные обозначения блок-схем. Дать полное математическое описание алгоритма по шагам.

43. Приведите блок-схему алгоритма распознавания по методу K- ближайших соседей с учетом необходимости проведения обучения, используя стандартные обозначения блок-схем. Дать полное математическое описание алгоритма по шагам.

44. Дайте математическое описание к построению алгоритмов распознавания по методу опорных векторов. Нарисовать блок-схему алгоритма для случая линейно не разделимых данных, используя стандартные обозначения блок-схем.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Промежуточная аттестация может включать в себя проверку теоретических вопросов, а также, при необходимости (в случае не выполнения в течение семестра), проверку выполнения установленного перечня лабораторных заданий, позволяющих оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценки теоретических знаний используется перечень контрольно-измерительных материалов.

Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает два задания - вопросов для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции. При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания представлены в приведенной ниже таблице

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие содержательные показатели (формулируется с учетом конкретных требований дисциплины):

1) знание теоретических основ учебного материала, основных определений, понятий и используемой терминологии;

2) умение проводить обоснование и представление основных теоретических и практических результатов (теорем, алгоритмов, методик) с использованием математических выкладок, блок-схем, структурных схем и стандартных описаний к ним;

3) умение связывать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, в том числе, собственными, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения лабораторно-практических заданий;

4) умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;

5) владение навыками организации, планирования и обработки результатов экспериментов.

Различные комбинации перечисленных показателей определяют критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций) на экзамене:

повышенный уровень сформированности компетенций;

базовый уровень сформированности компетенций;

пороговый уровень сформированности компетенций.

Для оценивания результатов обучения на государственном экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на государственном экзамене представлено в следующей таблице.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков по приведенным критериям свободно оперирует понятийным аппаратом и приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не полностью соответствует одному из перечисленных выше показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. При этом обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач. При этом ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Не выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.	-	Неудовлетворительно

Примерный перечень вопросов к экзамену

№ п/п	Содержание
1	Общая схема процесса обработки информации. Основные виды и процедуры обработки информации
2	Классификация базовых подходов к обработке информации. Место распознавания образов в ряду технологий обработки информации
3	Байесовская теория решений. Решающее правило на основе минимизации условного риска
4	Байесовская теория решений. Решающие правила на основе максимума апостериорной вероятности и функции правдоподобия
5	Понятие разделяющих функций. Обобщенная структура решающего правила

6	Распознавание образов, описываемых гауссовскими векторами с различными математическими ожиданиями
7	Распознавание образов, описываемых гауссовскими векторами с различными ковариационными матрицами
8	Распознавание образов, описываемых произвольными законами распределения
9	Распознавание образов, описываемых бинарными признаками
10	Основы теории оценивания. Параметрическое и непараметрическое оценивание в статистических моделях данных
11	Параметрическое обучение в задачах распознавания. Метод максимума правдоподобия
12	Параметрическое обучение в задачах распознавания. Метод максимума апостериорной вероятности
13	Непараметрическое обучение в задачах распознавания. Метод Парзена
14	Непараметрическое обучение в задачах распознавания. Метод К-ближайших соседей
15	Распознавание образов с помощью функций расстояния
16	Метод опорных векторов
17	Композиционные алгоритмы
18	Кластеризация образов. Алгоритм К-средних
19	Кластеризация образов. Иерархическая процедура группирования
20	Кластерный анализ в условиях неизвестного числа классов
21	Нелинейные преобразования и спрямляющие пространства

Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации

_____ А.А. Сирота

___.__.2023

Направление подготовки / специальность 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Дисциплина Б1.В.06 Распознавание образов

Форма обучения: Очное

Вид контроля: Экзамен

Вид аттестации: Промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Понятие разделяющих функций. Обобщенная структура решающего правила.

2. Кластеризация образов. Алгоритм К-средних.

Преподаватель _____ В.Д. Попело