

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



30.06.2022

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., старший научный сотрудник

7. Рекомендована:

протокол НМС №5 от 25.04.22

8. Учебный год:

2024-2025

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 мате-	Владеть: практическими навыками использования теоретических оценок эффективности алгоритмов распознавания образов и сопоставления теоретических результатов с результатами компьютерного

			матике и информатике	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	Уметь: разрабатывать и применять алгоритмы и технологий распознавания образов; обладает навыками разрабатывать алгоритмы распознавания образов в современных инструмен-

			языков и пакетов прикладных программ моделирования	тальных 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 непара-	Создан электронный онлайн - курс, размещены материалы к лекции и лабораторным работам

		метрической неопределенности на основе обучения с учителем	
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 K-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 бинарными признаками. 5. Исследование непараметрических алгоритмов оценивания плотности распределения случайной величины. 6. Распознавание образов в условиях непараметрической неопределенности	
3.2	Распознавание образов в рамках детерминист-	7. Распознавание образов с использованием метода опорных векторов	

	ского (геометрического) подхода		
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 (контракт №3010-06/01-22 от 10.03.2022; лицензионный договор №3010-06/02-22 от 10.03.2022; лицензионный договор №3010-15/231-22 от 17.05.2022) ЭБС «Университетская библиотека online» (контракт №3010-06/30-21 от 23.12.2021) ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ЭБС «Консультант студента») (контракт №3010-06/29-21 от 23.12.2021) ЭБС «Образовательная платформа ЮРАЙТ» (договор №4990 от 10.01.2022; лицензионный договор №3010-15/217-22 от 05.05.2022)

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:

1. ОС Windows v.7, 8, 10 в рамках подписки "Imagine/Azure Dev Tools for Teaching", договор №3010-16/96-18 от 29 декабря 2018г.
2. MATLAB "Total Academic Headcount – 25" на основании университетской лицензии на программный комплекс для ЭВМ – MathWorks MATLAB Campus-Wide Suite по договору 3010-16/118-21 от 27.12.2021 (до 01.2025).
3. Платформа электронного обучения LMS-Moodle, основа Образовательного портала «Электронный университет ВГУ»

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Учебная аудитория (394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, корпус 1б, аудитория 505п): компьютер преподавателя i5-3220-3.3ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран.

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.	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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	Статистическая теория распознавания образов. Распознавание образов в рамках детерминистского (геометрического) подхода. Основы кластерного анализа в рамках статистического и детерминистского подходов			
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
	Устный опрос	Вопросы по темам/разделам дисциплины	Правильный ответ – зачтено, неправильный или принципиально неточный ответ – не зачтено
	Контрольная работа по разделу дисциплины	Теоретические вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкала оценивания соответствует приведенной в разделе 20.1
	Лабораторная работа	Содержит восемь лабораторных заданий, предусматривающих выполнение типовых операций по статистической теории распознавания	При успешном выполнении работ в течение семестра фиксируется возможность оценки только теоретической части

		образов, распознаванию образов в рамках детерминистского подхода, основам кластерного анализа	дисциплины в ходе промежуточной аттестации, в противном случае проверка задания по лабораторным работам выносятся на экзамен
--	--	---	--

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, полученными 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. $m_1=[3 \ 2]$, $m_2=[0 \ -1]$, $C=[5 \ -1; \ -1 \ 5]$

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

Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации

_____ А.А. Сирота

_____.____.2024

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

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