

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 11 от 25.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория распознавания образов

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

02.04.01 - Математика и компьютерные науки

Направленность образовательной программы

Математика и компьютерные науки

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Теория распознавания образов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач в области профессиональной деятельности	<p>ПК-3.1: Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.2: Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности</p> <p>ПК-3.3: Иметь опыт применения типовых математических методов и методологий разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>ПК-3.1:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - постановку задачи распознавания образов; - обучаемый классификатор образов (детерминистский подход); - постановку задач кластерного анализа, методы кластеризации; <p>ПК-3.2:</p> <p>Уметь:</p> <p>Пользоваться методами распознавания в прикладных задачах: выбор признаков, анализ статистического материала, построение решающего правила.</p> <p>ПК-3.3:</p> <p>Уметь опыт:</p> <p>анализировать работу алгоритмов, оценить скорость их сходимости, выявить возможности и ограничения алгоритмов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сравнить работу различных алгоритмов; - оценить эффективность решения на конкретных примерах; - подобрать алгоритм для решения поставленной задачи. 	<p>Доклад</p> <p>Задания</p> <p>Собеседование</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Раздел 1. Постановка задачи распознавания образов. Решающие функции.	10	2	2	4	6
Раздел 2. Обучаемые классификаторы образов. Детерминистский подход.	13	3	3	6	7
Раздел 3. Статистический подход в задачах обучения.	10	2	2	4	6
Раздел 4. Кластерный анализ	13	3	3	6	7
Раздел 5. Предварительная обработка образов и выбор признаков	10	2	2	4	6
Раздел 6. Методы распознавания в прикладных задачах	15	4	4	8	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Постановка задачи распознавания образов. Решающие функции.
Раздел 2. Обучаемые классификаторы образов. Детерминистский подход.
Раздел 3. Статистический подход в задачах обучения.
Раздел 4. Кластерный анализ
Раздел 5. Предварительная обработка образов и выбор признаков
Раздел 6. Методы распознавания в прикладных задачах

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Теория распознавания образов, <https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=6184>.

Иные учебно-методические материалы:

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам и монографиям, указанным в списке литературы, изучении лекционного материала, подготовке теоретических и практических заданий к практическим компьютерным занятиям. Отдельные вопросы программы, включены как дополнительные, излагаемые в виде обзора и выносятся на самостоятельную проработку студентами с последующим обсуждением. Контроль самостоятельной работы – по итогам проведения опросов по теории и докладов на практических занятиях. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов опирается на рекомендуемую учебную литературу и интернет-источники.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Доклад) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

- Примеры автоматических систем распознавания образов
- Реализация решающих функций
- Классификация для случаев нескольких классов
- Построение алгоритмов классификации образов
- Алгоритм, основанный на минимизации среднеквадратической ошибки. Доказательство сходимости НСКО-алгоритма
- Подход, основанный на использовании потенциальных функций. Сходимость алгоритмов обучения. Обобщение на случай нескольких классов.

- Кластерный анализ. Алгоритм максиминного расстояния. Алгоритм К внутригрупповых средних.
- Выбор признаков при помощи минимизации энтропии. Выбор признаков при помощи разложений по системе ортогональных функций.
- Линейный минимаксный алгоритм классификации. Применение алгоритма в прикладных задачах.

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Доклад выполнен и раскрывает тему, студент владеет знаниями материала. Результаты работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Доклад не выполнен или студент не владеет материалом, отраженным в тексте. Результаты работы не представлены преподавателю.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

- «Алгоритм перцептрона» – объяснить алгоритм, продемонстрировать работу в специальной компьютерной программе.
- «Моделирование обучения персептрона распознаванию изображений» – выполнить процесс обучения на обучающем материале.
- «Метод потенциальных функций» – объяснить алгоритм, продемонстрировать работу в специальной компьютерной программе.
- «Применение метода потенциальных функций при распознавании зрительных образов» – применить метод для распознавания предложенных классов изображений.
- «Алгоритм максиминного расстояния» – объяснить алгоритм, продемонстрировать работу в специальной компьютерной программе.
- «Алгоритм ИСОМАД» – объяснить алгоритм, продемонстрировать работу в специальной компьютерной программе.
- «Постановка задачи медицинской диагностики, составление карты обследования и выбор признаков, подготовка статистического материала» – выполнить обработку на предложенном материале.
- «Анализ статистического материала» – выполнить анализ предложенного материала.
- «Анализ статистического материала по общей близости признаков описания объектов».
- «Линейный минимаксный алгоритм классификации» – объяснить алгоритм, продемонстрировать работу в специальной компьютерной программе.
- «Поиск линейного решающего правила в задаче медицинской диагностики» – построить решающее правило по предоставленному материалу.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнена основная часть задания, возможно с незначительными недочетами. Результаты

Оценка	Критерии оценивания
	работы представлены преподавателю в срок.
не зачтено	Выполнено менее половины задания, есть существенные недочеты или результаты работы не представлены преподавателю.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

1). Постановка задачи распознавания образов. Решающие функции

1.1. Проблема обработки информации.

1.2. Основные понятия распознавания образов. Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов.

1.3. Примеры автоматических систем распознавания образов.

1.4. Линейная решающая функция. Обобщенная решающая функция.

1.5. Пространство признаков и пространство весов. Геометрические свойства гиперплоскостей.

1.6. Реализация решающих функций.

2). Обучаемые классификаторы образов. Детерминистский подход.

2.1. Персептронный подход.

2.1.1. Принцип подкрепления-наказания. Доказательство сходимости. Разновидности персептронного подхода.

2.1.2. Классификация для случаев нескольких классов.

2.2. Построение алгоритмов классификации образов.

2.2.1. Метод градиента.

2.2.2. Алгоритм, основанный на минимизации среднеквадратической ошибки. Доказательство сходимости НСКО-алгоритма.

2.3. Подход, основанный на использовании потенциальных функций

2.3.1. Получение решающих функций. Выбор потенциальных функций

2.3.2. Геометрическая интерпретация коррекции весов

2.3.3. Сходимость алгоритмов обучения.

2.3.4. Обобщение на случай нескольких классов.

3). Статистический подход в задачах обучения

3.1. Методы стохастической аппроксимации.

3.1.1. Алгоритм Роббинса-Монро.

3.1.2. Скорость сходимости.

3.1.3. Обобщение на многомерный случай.

3.2. Построение алгоритмов классификации образов.*

3.2.1. Оценка оптимума решающих функций методами стохастической аппроксимации.

3.2.2. Алгоритм корректирующих приращений.

3.2.3. Алгоритм наименьшей среднеквадратической ошибки.

4). Кластерный анализ

4.1. Постановка задачи кластерного анализа.

4.2. Меры сходства. Критерии кластеризации.

4.3. Простой алгоритм выявления кластеров.

4.4. Алгоритм максимального расстояния. Алгоритм К внутригрупповых средних.

4.5. Алгоритм ИСОМАД.

4.6. Кластеризация, основанная на теории графов.

5). Предварительная обработка образов и выбор признаков

5.1. Расстояния

5.2. Преобразование кластеризации и упорядочение признаков. Роль кластеризации в выборе признаков.

5.3. Выбор признаков при помощи минимизации энтропии.

5.4. Выбор признаков при помощи разложений по системе ортогональных функций.

6). Методы распознавания в прикладных задачах

6.1. Постановка задачи медицинской диагностики.

6.2. Выбор и кодирование системы признаков. Составление карты обследования.

6.3. Подготовка обучающей выборки. Формирование базы данных.

6.4 Анализ обучающей выборки: поиск ошибок кодирования, выявление существенных и незначущих признаков.

6.5. Решение вопроса о полноте и достаточности набора признаков и о достаточности статистического материала.

6.6. Линейный минимаксный алгоритм классификации.

6.7. Применение линейного минимаксного алгоритма классификации в задачах медицинской диагностики.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дал развернутый ответ на все вопросы без существенных ошибок.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	ответа		Выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Линейные решающие функции

2. Обобщающие решающие функции
3. Пространство признаков. Пространство весов.
4. Геометрические свойства линейных решающих функций
5. Перцептрон
6. Доказательства сходимости алгоритма перцептрона.
7. Метод градиента.
8. Метод, основанный на минимизации среднеквадратической ошибки.
9. Метод потенциальных функций.
10. Геометрическая интерпретация метода потенциальных функций.
11. Сходимость метода потенциальных функций.
12. Метод стохастической аппроксимации.
13. Алгоритм Роббинса-Монро. Скорость сходимости.
14. Алгоритм Роббинса-Монро. Обобщение на многомерный случай.
15. Оценка оптимума решающих функций методами стохастической аппроксимации.
16. Алгоритм корректирующих приращений.
17. Алгоритм наименьшей среднеквадратической ошибки.
18. Постановка задачи кластерного анализа.
19. Меры сходства.
20. Критерии оценки кластеризации.
21. Простейший алгоритм выявления кластеров.
22. Алгоритм максиминного расстояния.
23. Алгоритм К внутригрупповых средних.
24. Алгоритм ИСОМАД.
25. Алгоритм кластер-анализа с использованием минимаксного связного графа на множестве данных.
26. Предварительная обработка образов и выбор признаков.
27. Расстояния в пространстве признаков.

28. Преобразование кластеризации и упорядочение признаков. Роль кластеризации в выборе признаков.
29. Выбор признаков при помощи минимизации энтропии.
30. Выбор признаков при помощи разложений по системе ортогональных функций.
31. Разложение в ряд Фурье.
32. Разложение Карунена-Лоэва.
33. Постановка задачи медицинской диагностики.
34. Выбор системы признаков и их кодирование
35. Разработка карты обследования и подготовка статистического материала
36. Поиск и коррекция технических ошибок. Выявление непроверенных признаков
37. Анализ обучающей выборки с помощью алгоритма выявления дифференцирующих признаков
38. Анализ обучающей выборки с помощью алгоритма распознавания по общей близости признаков описания объекта
39. Линейный минимаксный алгоритм классификации
40. Применение линейного минимаксного алгоритма классификации в задачах медицинской диагностики
41. Построение и коррекция решающих правил

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент ответил на большую часть вопросов возможно с незначительными недочетами.
не зачтено	При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Распознавание образов и медицинская диагностика / под ред. Ю. И. Неймарка. - М. : Наука,

1972. - 328 с. : черт. - 1.81., 15 экз.

Дополнительная литература:

1. Ту Джулиус Т. Принципы распознавания образов / пер. с англ. И. Б. Гуревича ; под ред. Ю. И. Журавлева. - М. : Мир, 1978. - 411 с., 1 л. ил. - 40.00., 5 экз.
2. Горелик А. Л. Методы распознавания : [учеб. пособие для вузов по специальностям "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети", "Автоматизир. системы обраб. информации и управления"]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1989. - 231, [1] с. : ил. - 0.55., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Для поддержки дисциплины разработаны компьютерные программные комплексы по распознаванию образов и методам обработки изображений, установленные в учебном компьютерном классе лаборатории «Динамика и оптимизация» (ауд. 218, 220, корп.2).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: имеются компьютерные классы для выполнения практических заданий на 12 рабочих мест с установленным лицензионным программным обеспечением нужной комплектации (лаборатория 218, 220, корп.2). Наличие рекомендованной литературы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 02.04.01 - Математика и компьютерные науки.

Автор(ы): Серeda Яна Александровна.

Заведующий кафедрой: Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.