

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
Ученым советом ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Теория распознавания образов

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

02.04.01 Математика и компьютерные науки

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Математика и компьютерные науки

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2023 год

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Код дисциплины - **Б1.В.08**.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.05 . «Теория распознавания образов» относится к части ООП направления подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки, формируемой участниками образовательных отношений.

1. 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**	
ПК-3. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач в области профессиональной деятельности	ПК-3.1. Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности.	Знать: <ul style="list-style-type: none"> • постановку задачи распознавания образов; ▪ обучаемый классификатор образов (детерминистский подход); ▪ постановку задач кластерного анализа, методы кластеризации; 	Собеседование Доклад
	ПК-3.2. Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности	Уметь: Пользоваться методами распознавания в прикладных задачах: выбор признаков, анализ статистического материала, построение решающего правила.	Собеседование
	ПК-3.3. Иметь опыт применения типовых математических методов и методологий разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач в области профессиональной деятельности.	Уметь опыт: анализировать работу алгоритмов, оценить скорость их сходимости, выявить возможности и ограничения алгоритмов: <ul style="list-style-type: none"> ▪ сравнить работу различных алгоритмов; ▪ оценить 	Задачи (практические задания)

		<i>эффективность решения на конкретных примерах;</i> <ul style="list-style-type: none"> подобрать алгоритм для решения поставленной задачи. 	
--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	0
- текущий контроль (КСРИФ)	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация - зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
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
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						

Итого	72	16	16		33	39
-------	----	----	----	--	----	----

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- основных понятий и определения курса «Теория распознавания образов»;
- знаний базовых структур данных и алгоритмов;
- умения применять изученные структуры данных и алгоритмы при решении задач в области профессиональной деятельности –(компетенция ПК-3).

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Теория распознавания образов», созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

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

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки,	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	ошибки.	ошибки.	несколько негрубых ошибок	несколько несущественных ошибок	без ошибок.	
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы для зачета

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Линейные решающие функции	ПК-3
2. Обобщающие решающие функции	ПК-3
3. Пространство признаков. Пространство весов.	ПК-3
4. Геометрические свойства линейных решающих функций	ПК-3
5. Перцептрон	ПК-3
6. Доказательства сходимости алгоритма перцептрона.	ПК-3
7. Метод градиента.	ПК-3
8. Метод, основанный на минимизации среднеквадратической ошибки.	ПК-3
9. Метод потенциальных функций.	ПК-3
10. Геометрическая интерпретация метода потенциальных функций.	ПК-3
11. Сходимость метода потенциальных функций.	ПК-3
12. Метод стохастической аппроксимации.	ПК-3
13. Алгоритм Роббинса-Монро. Скорость сходимости.	ПК-3
14. Алгоритм Роббинса-Монро. Обобщение на многомерный случай.	ПК-3
15. Оценка оптимума решающих функций методами стохастической аппроксимации.	ПК-3
16. Алгоритм корректирующих приращений.	ПК-3
17. Алгоритм наименьшей среднеквадратической ошибки.	ПК-3
18. Постановка задачи кластерного анализа.	ПК-3
19. Меры сходства.	ПК-3
20. Критерии оценки кластеризации.	ПК-3
21. Простейший алгоритм выявления кластеров.	ПК-3

22. Алгоритм максиминного расстояния.	ПК-3
23. Алгоритм К внутригрупповых средних.	ПК-3
24. Алгоритм ИСОМАД.	ПК-3
25. Алгоритм кластер-анализа с использованием минимаксного связного графа на множестве данных.	ПК-3
26. Предварительная обработка образов и выбор признаков.	ПК-3
27. Расстояния в пространстве признаков.	ПК-3
28. Преобразование кластеризации и упорядочение признаков. Роль кластеризации в выборе признаков.	ПК-3
29. Выбор признаков при помощи минимизации энтропии.	ПК-3
30. Выбор признаков при помощи разложений по системе ортогональных функций.	ПК-3
31. Разложение в ряд Фурье.	ПК-3
32. Разложение Карунена-Лоэва.	ПК-3
33. Постановка задачи медицинской диагностики.	ПК-3
34. Выбор системы признаков и их кодирование	ПК-3
35. Разработка карты обследования и подготовка статистического материала	ПК-3
36. Поиск и коррекция технических ошибок. Выявление непроверенных признаков	ПК-3
37. Анализ обучающей выборки с помощью алгоритма выявления дифференцирующих признаков	ПК-3
38. Анализ обучающей выборки с помощью алгоритма распознавания по общей близости признаков описания объекта	ПК-3
39. Линейный минимаксный алгоритм классификации	ПК-3
40. Применение линейного минимаксного алгоритма классификации в задачах медицинской диагностики	ПК-3
41. Построение и коррекция решающих правил	ПК-3

5.2.2. Типовые темы докладов для оценки 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

5.2.3. Типовые 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.
- «Анализ статистического материала» – выполнить анализ предложенного материала.
- «Линейный минимаксный алгоритм классификации» – объяснить алгоритм, продемонстрировать работу в специальной компьютерной программе.

5.2.4. Типовые вопросы для собеседований

Типовые вопросы для оценки 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.

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.

3. Кластерный анализ

3.1. Постановка задачи кластерного анализа.

3.2. Меры сходства. Критерии кластеризации.

3.3. Простой алгоритм выявления кластеров.

3.4 Алгоритм максиминного расстояния. Алгоритм К внутригрупповых средних.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Распознавание образов и медицинская диагностика / Неймарк Ю. И. и др. – М.: 1972. (13 экз)

2. Чачхиани Т.И. Кластерный анализ в задаче оценки компонентов сердечного ритма у подростков // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. –

№ 3(2). – С. 162-167. Электронная версия статьи: URL:
<http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?jnum=110> – доступ свободный.

3. Чачхиани Т.И. Принятие решений в трудноформализуемых задачах распознавания образов. I. Постановка задачи и подготовка статистического материала // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 1(1). – С. 167-174. Электронная версия статьи: URL: <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?jnum=111> – доступ свободный.
4. Чачхиани Т.И. Принятие решений в трудноформализуемых задачах распознавания образов. II. Анализ статистического материала по общей близости признаков описаний объектов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2012. - № 2(1). - С. 190–197. Электронная версия статьи: URL: <http://www.vestnik.unn.ru/ru/nomera?jnum=114> – доступ свободный.

б) дополнительная литература

1. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978. (8 экз)
2. Горелик А.Л., Скрипкин В.А. Методы распознавания. – М.: Высшая школа, 1977, 1984, 1989. (6 экз)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

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

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: 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.

Используемое лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine. Также используются установленные программные комплексы «Алгоритмы распознавания образов» и «Типовые методы обработки и анализа изображений», разработанные на кафедре ТУиДС ИИТММ с использованием сред разработки семейства MicrosoftVisualStudio, лицензия по подписке MicrosoftImagine.

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 3++ по направлению подготовки 02.04.01 «Математика и компьютерные науки»

Автор программы аспирант. Преподаватель Я.А. Середа

Заведующий кафедрой ТУиДМ, д.ф.-м.н., проф. Осипов Г.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики от 30.11.2022 года, протокол № 3.