**Приложение 2**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ 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 президиума Ученого совет ННГУ

протокол от

«11» мая 2021 г. № 2

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| **ТЕОРИЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ-1** |

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| **бакалавриат** |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| **01.03.02 Прикладная математика и информатика** |

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| **Системный анализ, исследование операций и управление** |

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

|  |
| --- |
| **очно-заочная** |

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

2021 год

1. **Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина Б1.B.ДВ.04.01, Теория распознавания образов -1 относится к части ООП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, 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\*\*** |
| ***УК-1****. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач* | ***УК-1.1.*** *Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации* | ***Знать:***   * *постановку задачи распознавания образов;* * *обучаемый классификатор образов (детерминистский подход);* * *синтаксический подход в распознавании образов;* * *классификация образов с помощью функций правдоподобия;* * *область применения методов распознавания* | *Собеседование* |
| ***УК-1.2.*** *Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности* | ***Уметь:***   * *проанализировать работу алгоритмов, оценить скорость их сходимости, выявить возможности и ограничения алгоритмов;* * *сравнить работу различных алгоритмов;* * *оценить эффективность решения на конкретных примерах;* * *подобрать алгоритм для решения поставленной задачи.* | *Собеседование* |
| ***УК-1.3****. Имеет практический опыт**работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов* | ***Владеть***   * *основными аналитическими и численными методами решения задач распознавания образов, набором эффективных методов решения задач распознавания образов;* * *навыками использования интернет-ресурсов для построения распознающих систем;* * *приемами использования интернет-ресурсов для доступа к обучающим выборкам для построения решающих правил распознавания.* | *Задача (практическое задание)*  *Дискуссия* |
| ***ПК-6.*** *Способен изучать и применять программное обеспечение, проводить расчётные работы и выполнять обработку результатов исследований* | ***ПК-6.1.****Знает методы применения современных программных комплексов, пакетов прикладных программ и автоматизированных систем для решения прикладных задач при проведении исследований* | ***Знать:*** *иметь представления о существующих программных библиотеках, позволяющих решать задачи построения правил распознавания.* | *Дискуссия* |
| ***ПК-6.2****.: Знает методы и средства проектирования программного обеспечения* | ***Знать:***  *как применять для построения и изучения методов распознавания образов современные средства программного проектирования.* | *Собеседование* |
| ***ПК-6.2.****Умеет самостоятельно проводить расчётные работы, выбирать и применять современные программные комплексы, пакеты прикладных программ и автоматизированные системы, обрабатывать и анализировать полученные результаты* | ***Уметь:*** *строить алгоритмическую и программную реализацию численных методов решения задач распознавания образов, используя типовые решения при проектировании.* | *Задача (практическое задание)* |
| ***ПК-6.3.****Имеет практический опыт применения современного программного обеспечения для решения прикладных задач* | ***Уметь:*** *формировать базы данных для хранения выборок обучающей информации при построении правил распознавания.* | *Задача (практическое задание)* |

**3. Структура и содержание дисциплины**

**3.1. Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Очная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **4 ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **144** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):**  **- занятия лекционного типа**  **- занятия семинарского типа**  **- занятия лабораторного типа**  **- текущий контроль (КСР)** | **34**  **16**  **16**  **0**  **2** |
| **самостоятельная работа** | **74** |
| **Промежуточная аттестация – экзамен** | **36** |

**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** |
| Очная | Очная | Очная | Очная | Очная | Очная |
| Постановка задачи распознавания образов | 18 | 2 | 2 |  | 4 | 14 |
| Решающие функции | 19 | 2 | 2 |  | 4 | 15 |
| Обучаемые классификаторы образов. Детерминистский подход. | 27 | 6 | 6 |  | 12 | 15 |
| Синтаксическое распознавание образов. | 23 | 4 | 4 |  | 8 | 15 |
| Классификация образов с помощью функций правдоподобия. | 19 | 2 | 2 |  | 4 | 15 |
| Текущий контроль (КСР) | 2 |  |  |  | 2 |  |
| Промежуточная аттестация – экзамен | 36 |  |  |  |  |  |
| Итого | **144** | **16** | **16** |  | **34** | **74** |

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

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам и монографиям, указанным в списке литературы, подготовке теоретических и практических заданий к семинарам.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс, созданный в системе электронного обучения ННГУ - https://e-learning.unn.ru/.

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

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю**),

включающий:

* 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 | | | | |
| Знания | 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 ошибки. | 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, без ошибок. | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. |
| Умения | Отсутствие минималь­ных умений. Невозмож­ность оценить наличие умений вследствие отказа обучающего­ся от ответа | При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки. | Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущест­венными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов |
| Навыки | 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. | Продемонст­рированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 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» |

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

**5.2.1 Контрольные вопросы для экзамена**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Вопросы*** | ***Код формируемой компетенции*** |
| Обобщающие решающие функции. | *УК-1, ПК-6* |
| Пространство признаков. Пространство весов. | *УК-1, ПК-6* |
| Геометрические свойства линейных решающих функций. | *ПК-6* |
| Перцептрон. | *УК-1, ПК-6* |
| Доказательства сходимости алгоритма перцептрона. | *ПК-6* |
| Метод градиента. | *ПК-6* |
| Метод, основанный на минимизации среднеквадратической ошибки. | *ПК-6* |
| Метод потенциальных функций. | *ПК-6* |
| Постановка задачи синтаксического распознавания образов. | *ПК-6* |
| Грамматики, используемые при распознавании образов. | *УК-1, ПК-6* |
| Синтаксически ориентированное распознавание. | *УК-1* |
| Распознавание образов, представленных графами. | *ПК-6* |
| Распознавание древовидных структур. | *УК-1* |
| Статистический анализ. | *УК-1, ПК-6* |
| Стохастические грамматики и языки. | *УК-1* |
| Оценка вероятности правил подстановки с помощью процедур обучения. | *УК-1* |
| Обучение и грамматический вывод. | *УК-1* |
| Вывод цепочечных грамматик. | *УК-1, ПК-6* |
| Вывод двумерных грамматик. | *УК-1, ПК-6* |
| Автоматы как распознающие устройства. | *УК-1, ПК-6* |
| Классификация образов как задача теории статистических решений. | *УК-1* |
| Байесовский классификатор. | *УК-1, ПК-6* |
| Байесовский классификатор в случае образов, характеризующихся нормальным распределением. | *УК-1, ПК-6* |
| Оценка вектора средних и ковариационной матрицы. | *УК-1, ПК-6* |
| Вероятность ошибок байесовского классификатора. | *УК-1, ПК-6* |
| Оценка функций плотности распределения. | *ПК-6* |
| Вид плотности распределения. | *ПК-6* |
| Оценка вектора средних значений ковариационной матрицы. | *ПК-6* |
| Оценка вектора средних значений ковариационной матрицы с помощью байесовской обучающей процедуры. | *ПК-6* |
| Аппроксимация плотностей распределения функциями. | *ПК-6* |
| Линейные решающие функции. | *УК-1, ПК-6* |

**5.2.2. Типовые вопросы для собеседования при оценке компетенции «УК-1»**

1. Проблема обработки информации.
2. Основные понятия распознавания образов. Основные задачи, возникающие при разработке систем распознавания образов.
3. Примеры автоматических систем распознавания образов.
4. Линейная решающая функция. Обобщенная решающая функция.
5. Пространство признаков и пространство весов. Геометрические свойства гиперплоскостей.
6. Реализация решающих функций. Функции многих переменных.
7. Обучаемые классификаторы образов. Детерминистский подход.
8. Разновидности персептронного подхода. Принцип подкрепления-наказания. Доказательство сходимости.

**5.2.3. Типовые вопросы для собеседования при оценке компетенции «ПК-6»**

1. 4. Понятие теории формальных языков.
2. Определения. Типы грамматик.
3. Постановка задачи синтаксического распознавания образов.
4. Синтаксическое описание образов.
5. Грамматики, используемые в распознавании образов.
6. Статистический анализ. Стохастические грамматики и языки.
7. Обучение и грамматический вывод.

**5.2.4. Типовые вопросы для дискуссий**

**Для оценки компетенции «УК-1»**

* Реализация решающих функций. Функции многих переменных.
* Классификация для случаев нескольких классов.
* 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.

**Для оценки компетенции «ПК-6»**

* Синтаксическое распознавание образов.
* Грамматики, используемые в распознавании образов.
* Обучение и грамматический вывод.

**5.2.5. Типовые задачи (практические задания) для оценки компетенции УК-1.3**

Построить детальное описание указанных ниже численных методов построения правил распознавания, объяснить их работу на модельных ситуациях:

1. Градиентный метод настройки весов однослойного перцептронного классификатора.

2. Метод линейных разделяющих функций

**5.2.6. Типовые задачи (практические задания) для оценки компетенции ПК-6**

1. Построить алгоритмы и предложить структуры данных, адекватные программной реализации алгоритмов для следующих методов построения правил распознавания:

1.1. Градиентный метод обучения однослойного перцептрона.

1.2. Метод линейных разделяющих функций.

1.3. Байесовское правило классификации.

2. Предложить структуру базы данных признаков для хранения обучающей выборки в указанных выше задачах диагностики, проводимых с помощью метода линейных разделяющих функций:

2.1. Диагностика ишемической болезни сердца.

2.2. Диагностика отслоения аорты.

**6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Федотов, Н.Г. Теория признаков распознавания образов на основе стохастической геометрии и функционального анализа. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2010. — 304 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59540> .
2. Миркин, Б. Г. Введение в анализ данных : учебник и практикум / Б. Г. Миркин. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 174 с. — ISBN 978-5-534-03762-3. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/46A41F93-BC46-401C-A30E-27C0FB60B9DE> .
3. Гитис, Л.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2003. — 157 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3493> .

**б) дополнительная литература:**

1. 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. – С. 167-174. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17338521> .
2. 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. - С. 190–197. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17674818> .
3. 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. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17289595> .
4. Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978. (11 экз. в ФБ ННГУ).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1.Чачхиани Т.И., Серова М.Г. Алгоритм перцептрона. Н+НГУ, 2015. -25 с.

Режим доступа <http://www.unn.ru/books/met_files/Preceptron1.pdf>

2.Чачхиани Т.И., Серова М.Г. Моделирование обучения перцептрона распознавания

изображений. ННГУ, 2015. -22 с.Режим доступа

<http://www.unn.ru/books/met_files/Preceptron2.pdf>

**7.Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

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 ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор программы: к.ф.-м.н., доц. каф. ТУ и ДС \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Чачхиани Т.И.

Рецензент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ТУи ДС, д.ф.-м.н., проф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Осипов Г.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 02.06.2021 года, протокол № 8.