
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ЭМИС
_____ И. Г. Боровской

« ___ » _____ 2012 г.

С.И. КОЛЕСНИКОВА

Научный семинар «Распознавание образов»

Методические указания по самостоятельным работам

2012

АННОТАЦИЯ

Цели настоящих методических указаний: 1) освоение основных понятий и определений теории распознавания образов; 2) приобретение практических навыков в построении алгоритмов распознавания и анализ их качества. В четырех частях указаний приведены примеры задач и методов их решения (анализа возможного решения) на следующие темы:

1. Математические основы теории распознавания образов.
2. Методы распознавания образов.
3. Алгебраический подход к задаче распознавания.
4. Распознавание образов и распознавание изображений.

Теоретический материал приведен *только тот и в том объеме*, который необходим для решения предлагаемых задач. Задачи контрольных заданий являются весьма простыми, они предназначены для усвоения основных начальных понятий и основ теории массового обслуживания. Предполагается, что студенты знают математику в объеме, требуемом в техническом ВУЗе.

Методические указания предназначены для студентов экономического факультета.

**СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**
по дисциплине «Научный семинар «Распознавание образов»»
для студентов направления 230100.68 – Информатика и вычислительная техника.
Профиль - Информационное и программное обеспечение автоматизированных
систем

ОГЛАВЛЕНИЕ

Виды самостоятельной работы и формы контроля.....	4
1. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 1.....	4
1.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №1 по теме: «Математические основы теории распознавания образов»	4
<i>Пример выполнения домашнего задания.</i>	<i>5</i>
1.2. Типовые тесты к разделу 1.....	6
2. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 2.....	9
2.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №2 по теме: «Методы распознавания образов»	9
<i>Пример выполнения домашних заданий.</i>	<i>9</i>
2.2. Типовые тесты к разделу 2	9
2.3. Подготовка к интерактивным занятиям №3, 4 по теме: Детерминистские методы распознавания образов. Статистические методы распознавания образов.....	11
3. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 3.....	13
3.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №3 по теме: «Алгебраический подход к задаче распознавания»	13
<i>Рекомендуемые темы для проведения исследований</i>	<i>13</i>
3.2. Типовые тесты к разделу 3	13
3.3. Подготовка к интерактивным занятиям №7, 8 «Алгебраические методы в задачах распознавания и классификации. Эффективность систем распознавания с коллективным распознаванием»	14
4. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 4.....	16
4.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №4 по теме: «Распознавание образов и распознавание изображений».....	16
<i>Рекомендуемые темы для проведения исследований</i>	<i>16</i>
4.2. Типовые тесты к разделу 4	17
4.3. Подготовка к интерактивному занятию №9, 10 «Распознавание образов и распознавание изображений. Системы РО на основе нейросети»	18
Использованная литература.....	20

Виды самостоятельной работы и формы контроля

Таблица 1.

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, Индивидуальные домашние задания (ИДЗ), и т.д)
1.	1	Подготовка к проверочной индивидуальной работе и ее выполнение	4	ОК-1, ОК-2, ПК-5	Отчет по ИДЗ. Отчет по ИнЗ.
	2	Подготовка к проверочной индивидуальной работе и ее выполнение	10	ОК-1, ОК-2, ПК-5	Отчет по ИДЗ. Отчет по ИнЗ.
3	2	Подготовка к интерактивному занятию по разделу 2	4	ОК-1, ОК-2, ПК-5	
4	3	Подготовка к проверочной индивидуальной работе и ее выполнение	5	ОК-1, ОК-2, ПК-5	Отчет по ИДЗ. Отчет по ИнЗ.
5	3	Подготовка к интерактивному занятию по разделу 3	4	ОК-1, ОК-2, ПК-5	
6	4	Подготовка к проверочной индивидуальной работе и ее выполнение	5	ОК-1, ОК-2, ПК-5	Отчет по ИДЗ. Отчет по ИнЗ..
7	4	Подготовка к интерактивному занятию по разделу 4	4	ОК-1, ОК-2, ПК-5	

Обозначения: ИДЗ - индивидуальные домашние задания
 СРС - самостоятельная работа студентов
 ИнЗ - интерактивное занятие

З-Эл – знания элементарные (определения, понятия, умение приводить иллюстрирующие примеры);

З-Пр – знания продуктивные (умение применить знания элементарные для решения учебных задач);

У-Эл – «умения» элементарные (уметь пользоваться готовыми частными алгоритмами для решения типовых задач), умение решать задачи по шаблону (копировать);

У-Пр – «умения» продуктивные (применять положения и известные частные алгоритмы дисциплины для решения практических задач);

В-Эл – элементарное владение методами дисциплины и уверенное осуществление (построение) основных операций для решения типовых задач;

В-Пр – продуктивно распознавать проблемы, алгоритмизировать их анализ и применять методы дисциплины для решения практических задач;

1. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 1

1.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №1 по теме: «Математические основы теории распознавания образов»

Цель занятия: Проведение исследований на базе поискового метода по одной из заданных тем.

Форма текущего контроля освоения компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни З-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни З-Пр, У-Пр, В-Пр): *отчет* по выбранной теме и подготовка презентации-защиты ИДЗ.

Пример выполнения домашнего задания.

Задача 1.1. Приведите пример описания алгоритма распознавания буквы (цифры). Укажите «плюсы и минусы» известных алгоритмов распознавания букв.

Решение. Пусть рисунок состоит всего из двух пикселей (черно-белые изображения). Множество всех объектов, которое можно будет изобразить (универсальное множество), состоит из четырех объектов: (0,0), (0,1), (1,0), (1,1), где 1 — черный пиксель, 0 — белый.

Все объекты универсального множества можно разместить в вершинах единичного квадрата: множеству фигур, изображенных на двухпиксельном поле, может быть сопоставлено множество точек в двумерном пространстве. Ребру этого квадрата будет соответствовать переход от одного изображения к другому. Для перехода от (1,1) к (0,0) нужно будет пройти два ребра, для перехода от (0,1) к (0,0) — одно. Отметим, что число ребер в нашем переходе — это количество несовпадающих пикселей двух изображений, то есть расстояние от одного рисунка до другого равно числу несовпадающих пикселей в них (расстоянием по Хэммингу).

Согласно гипотезе о компактности образов в многомерном кубе изображения (для рисунка $n \times m$ пикселей код любого изображения состоит из $n \times m$ значений, универсальное множество — из $2^{n \times m}$ элементов, которые размещаются в вершинах единичного $n \times m$ - мерного куба), соответствующие какому-то определенному образу, лежат недалеко друг от друга (изобразите графически). Следовательно, универсальное множество можно разбить на участки, компактные множества, каждому из которых соответствует образ. В процессе обучения сообщаются изображения (точки многомерного куба) и указания, к какому образу каждое изображение относится. При распознавании программа определяет, в какую из известных компактных областей попало входное изображение.

В качестве меры удаленности рисунка от группы рисунков можно использовать потенциал, содержательно интерпретируемый через потенциал электрического заряда, создающего вокруг себя поле: $P = aq/R^2$, где a — некоторый постоянный коэффициент, q — величина заряда, R — расстояние от данной точки до заряда. Если электрическое поле образовано двумя или более зарядами, то потенциал в данной точке равен сумме потенциалов каждого заряда.

Согласно данной интерпретации каждый рисунок, на котором программа обучалась, создает в пространстве универсального множества потенциал. После обучения программе дают распознать какой-либо рисунок (точку в вершине многомерного куба), программа вычисляет потенциал, создаваемый в этой точке всеми объектами заданного образа «X», и распознаваемый рисунок относится к образу, который создал наибольший потенциал.

Алгоритм.

1. Загрузка эталонных изображений.
2. Задание на поле размером $n \times m$ пикселей символа, которую программа будет распознавать.
3. Расчет расстояний по Хеммингу от распознаваемого рисунка до каждого из эталонных
4. Вычисление потенциала, создаваемого каждым эталонным рисунком в точке, соответствующей нарисованному пользователем изображению: $\varphi(R) = C/(1+R^2)$, где C — нормирующий множитель.
5. Принятие решения о метке того образа, которому соответствует наибольший потенциал.

Задача 1.2. Приведите пример геометрического описания алгоритма распознавания буквы (цифры), в предположении, что имеется робот, распознающий простые элементы геометрических фигур.

Решение. Пусть следует распознать символы.

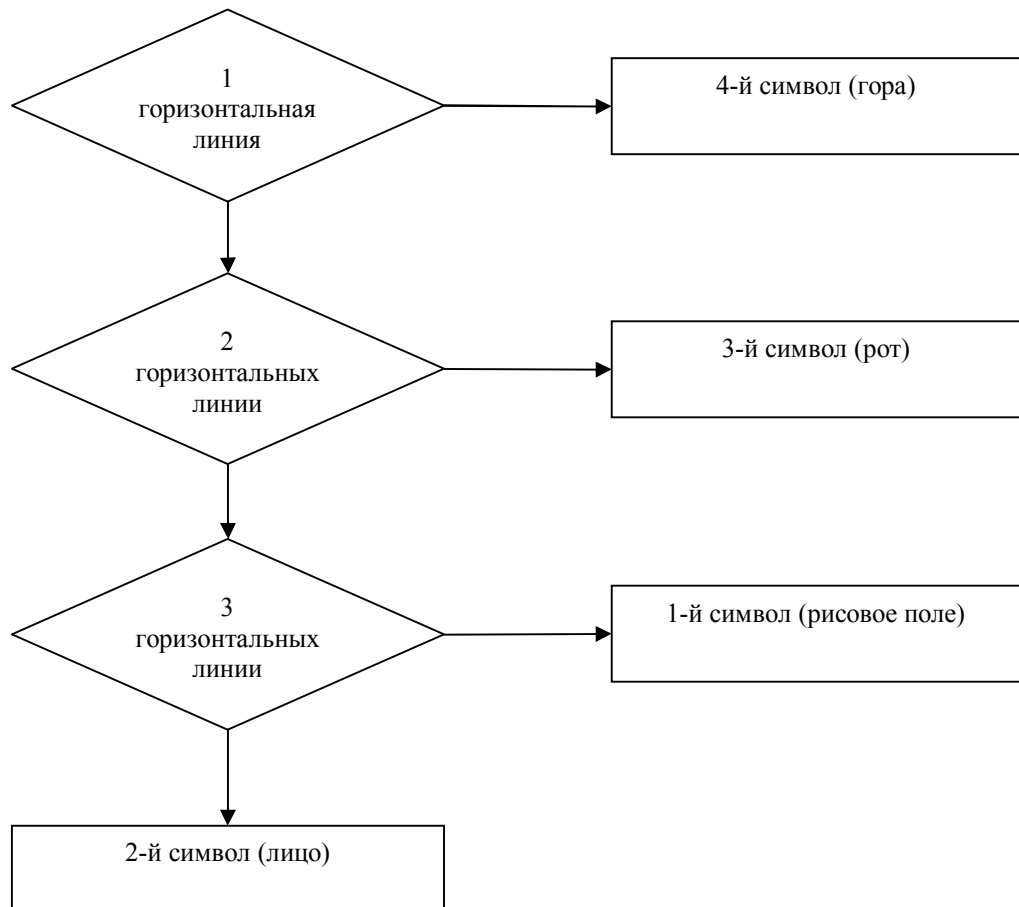


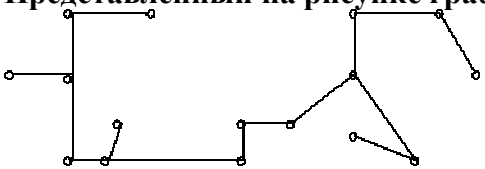
Рис. 1 – Алгоритм распознавания иероглифов

Дополнительное задание: укажите недостатки алгоритма; в каком случае он не будет работать?

1.2. Типовые тесты к разделу 1

№	Вопросы	Ответы
1.	<p>В представленной иерархии отношений между образами и классами образов</p> <p>1) буквенно-цифровые символы и китайские иероглифы являются образами, а символы соответствуют классу образов.</p>	

	<p>2) буквенно-цифровые символы и китайские иероглифы являются объектами, а символы соответствуют классу объектов.</p> <p>3) буквенно-цифровые символы и китайские иероглифы являются классами образов, а символы являются образами.</p>	
2.	<p>Детерминистский подход в распознавании образов включает методы:</p> <p>1) эмпирические, эвристические;</p> <p>2) математической логики, теории графов, топологии, математической лингвистики, математического программирования;</p> <p>3) теории оценок, последовательного анализа, стохастической аппроксимации, теории информации.</p>	
3.	<p>Кластеризация –</p> <p>1) это операция автоматической классификации, в ходе которой объекты объединяются в группы (кластеры) таким образом, что внутри групп различия между объектами минимальны, а между группами – максимальны. При этом в ходе кластеризации не только определяется состав кластеров, но и сам их набор и границы.</p> <p>2) это операция, основанная на трудно формализуемых знаниях и интуиции исследователя. При этом исследователь сам определяет, какую информацию и каким образом система должна использовать для достижения требуемого эффекта классификации.</p> <p>3) процесс формирования обобщенных образов классов, на основе обучающей выборки, содержащей характеристики конкретных объектов как в описательных, так и в классификационных шкалах и градациях.</p>	
4.	<p>В методе построения эталонов эталон – это</p> <p>1) всегда конкретный элемент класса, расположенный «в центре» класса;</p> <p>2) «среднеарифметически» и только усреднённый по обучающей выборке абстрактный объект;</p> <p>3) первый ближайший элемент класса;</p> <p>4) усреднённый по обучающей выборке абстрактный объект по заданному правилу.</p>	
5.	<p>На рисунке представлено изображение и описание его иерархической структуры</p> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Изображение</p> <pre> graph TD A[Изображение] --> B[эллипс G] A --> C[прямоугольник H] B --> D[дуга a] B --> E[дуга b] C --> F[отрезок прямой c] C --> G[отрезок прямой d] C --> H[отрезок прямой e] C --> I[отрезок прямой f] </pre> <p>б</p> </div> <p>1) Такое описание объектов используется в методе потенциальных функций.</p> <p>2) Такое описание объектов характерно при структурном подходе (лингвистическом).</p> <p>3) Такое описание объектов используется в методе дробящихся</p>	

	эталонов.	
6.	<p>Геометрическая интерпретация гипотезы компактности состоит в следующем</p> <p>1) объекты, относящиеся к одному классу, расположены «ближе» друг к другу по сравнению с объектами, относящимися к разным классам (таксонам);</p> <p>2) объекты, относящиеся к одному классу, расположены «в среднем ближе» друг к другу по сравнению с объектами, относящимися к разным классам (таксонам);</p> <p>3) объекты, относящиеся к разным классам, можно разделить посредством линейного решающего правила.</p>	
7.	<p>Представленный на рисунке граф является</p>  <p>1) иллюстрацией алгоритма FOREL;</p> <p>2) структурным описанием объекта;</p> <p>3) КНП-графом (КНП – кратчайший незамкнутый путь);</p> <p>4) иллюстрацией алгоритма KRAB.</p>	
8.	<p>Метрика измерения степени близости (расстояния)</p> <p>1) должна удовлетворять условиям:</p> <p>$d(a, b) = d(b, a)$;</p> <p>$d(a, c) \geq d(a, b) + d(b, c)$;</p> <p>$d(a, b) \geq 0$;</p> <p>$d(a, b) = 0$ только при $a = b$.</p> <p>2) должна иметь вид</p> $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2}, \quad i, j=1, \dots, n.$ <p>3) должна удовлетворять условиям:</p> <p>$d(a, b) = d(b, a)$;</p> <p>$d(a, c) \leq d(a, b) + d(b, c)$;</p> <p>$d(a, b) \geq 0$;</p> <p>$d(a, b) = 0$ только при $a = b$.</p>	

Форма текущего контроля освоения компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни З-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни З-Пр, У-Пр, В-Пр) (см. табл.2 методических указаний к практическим занятиям): *отчет* по решению практических текстовых задач.

Ознакомиться с формами текущего контроля

Таблица 2

№ п / п	Наименование разделов	Формы контроля				
		Знаний	Умений	Навыков	Оценка личностных качеств	Компетенции/ ожидаемый уровень освоения
1	Математические основы теории распознавания образов	Сдача индивидуальных заданий		Тестирование по решению незнакомых задач	Соблюдение установленных сроков для отчета и теста	ОК-1, ОК-2 З-Эл, У-Эл, В-Эл ПК-5/ З-Пр, У-Пр, В-Пр
	Контрольная работа					
	Тестирование №1					

--	--	--	--	--	--

2. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 2

2.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №2 по теме: «Методы распознавания образов»

Цель занятия: Проведение исследований на базе поискового метода по детерминированным и стохастическим системам и алгоритмам теории распознавания образов.

Форма текущего контроля освоения компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни З-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни З-Пр, У-Пр, В-Пр): *отчет* по выбранной теме и подготовка презентации-защиты:

Пример выполнения домашних заданий.

Задача 2.1. Задана следующая таблица обучения и подлежащая распознаванию строка ω' . Выбрать подходящий алгоритм, выбор обосновать, определить принадлежность данной строки какому-либо образу на основе обучения и выбранного алгоритма.

Классы	Объекты	Значения признаков					
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Ω_1	ω_1	1	1	1	1	1	1
	ω_2	1	0	1	1	0	0
	ω_3	0	0	1	0	0	0
Ω_2	ω_4	1	0	1	0	1	0
	ω_5	0	0	0	0	0	0
	ω_6	0	0	1	1	1	0
	ω'	0	0	1	1	1	1

Решение. Для решения задачи используем метрику Хемминга.

Весом вектора \bar{x} – $w(\bar{x})$ называют число ненулевых координат этого вектора.

Расстоянием между векторами \bar{x} и \bar{y} называют число $dist(\bar{x}, \bar{y})$ равное количеству координат этих векторов, которыми они различаются. Например:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= (1011101) & w(\bar{x}) &= 5 \\ \bar{y} &= (0111110) & w(\bar{y}) &= 5 \\ \bar{x} + \bar{y} &= (1100011) & dist(\bar{x}, \bar{y}) &= 4 \end{aligned}$$

Пусть $S_1 = \langle x_1, x_2 \rangle$, $S_2 = \langle x_3, x_4 \rangle$, $S_3 = \langle x_5, x_6 \rangle$; строки будем считать равными, если они полностью совпадают.

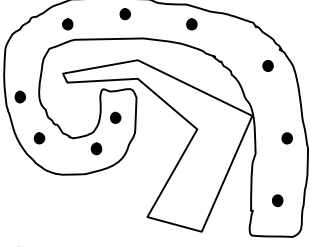
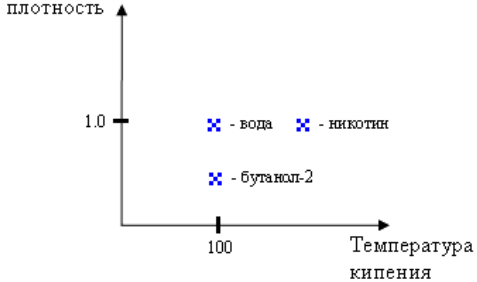
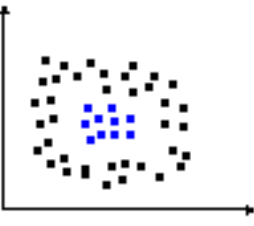
Вычислим оценки сходства $\Gamma(w', \Omega)$ объекта w' с объектами классов: Ω_1, Ω_2 согласно метрике Хемминга:

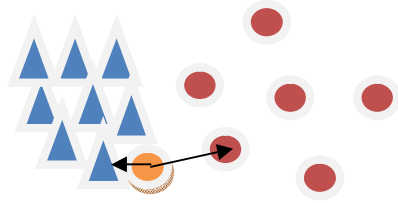
$$\begin{aligned} S_1: \Gamma_{S_1}(w', \Omega_1) &= 1, \Gamma_{S_1}(w', \Omega_2) = 2; \\ S_2: \Gamma_{S_2}(w', \Omega_1) &= 2, \Gamma_{S_2}(w', \Omega_2) = 1; \\ S_3: \Gamma_{S_3}(w', \Omega_1) &= 1, \Gamma_{S_3}(w', \Omega_2) = 0; \\ \Gamma(w', \Omega_1) &= \Gamma_{S_1}(w', \Omega_1) + \Gamma_{S_2}(w', \Omega_1) + \Gamma_{S_3}(w', \Omega_1) = 1 + 2 + 1 = 4; \\ \Gamma(w', \Omega_2) &= \Gamma_{S_1}(w', \Omega_2) + \Gamma_{S_2}(w', \Omega_2) + \Gamma_{S_3}(w', \Omega_2) = 2 + 1 + 0 = 3; \end{aligned}$$

Согласно решающему правилу, реализующему принцип простого большинства голосов, и так как $\Gamma(w', \Omega_1) > \Gamma(w', \Omega_2)$, строка w' зачисляется в класс Ω_1 .

Дополнительное задание: отметьте недостатки предложенного алгоритма и наметьте пути его «улучшения».

2.2. Типовые тесты к разделу 2

1	<p>Переобучение - это</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) обучение без учителя (самообучение); 2) обучение с учителем в условиях «малых» выборок; 3) процесс формирования обобщенных образов классов, на основе обучающей выборки, содержащей характеристики конкретные объектов как в описательных, так и в классификационных шкалах и градациях. 4) обучение с учителем в условиях «больших» выборок; 	
2	 <ol style="list-style-type: none"> 1) Гипотеза компактности в указанных образах выполнена, и на базе метрики Евклида образы разделимы. 2) Гипотеза компактности в указанных образах выполнена в среднем, и на базе метрики Хемминга образы разделимы. 3) Гипотеза компактности в указанных образах невыполнена, и не существует метрики для разделения образов. 4) Другой ответ. 	
3	<p>В качестве признаков объектов выбраны плотность и температуру кипения (пространство образов – плоскость). Укажите решающее правило для разделения трех указанных веществ по двум признакам.</p> 	
4	 <p>На рисунке указаны два образа. Их можно разделить на базе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) метода линейного дискриминантного анализа; 2) метода К ближайших соседей; 3) структурного описания образов; 4) генетического метода; 5) другой ответ. 	
5	<p>При выборе вида потенциальных функций $K(\bar{x}, \bar{x}_j)$ руководствуются принципами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) быстро убывает с ростом евклидова расстояния между \bar{x} и \bar{x}_j; 2) имеет максимум при $\bar{x} = \bar{x}_j$ и монотонно убывающая до нуля при $\bar{x} - \bar{x}_j \rightarrow \infty$; 3) функция должна описывать распределение электростатического потенциала в электрическом поле; 	

	4) возрастает с ростом евклидова расстояния между \bar{x} и \bar{x}_j ;	
	<p>Метрика, на базе которой целесообразно разделить представленные образы:</p>  <p>1) Хемминга. 2) Евклида с весовыми коэффициентами для объектов; 3) Махаланобиса; 4) FRiS – функция, учитывающая дисперсию в образах.</p>	

2.3. Подготовка к интерактивным занятиям №3, 4 по теме: Детерминистские методы распознавания образов. Статистические методы распознавания образов

Цель занятия: активное воспроизведение ранее полученных знаний по разделу 2 «Методы распознавания образов» в «незнакомых» условиях: применение основных понятий темы раздела 2 для решения задачи: апробация алгоритмов распознавания для практических текстовых задач и нахождение числовых характеристик.

Дополнительная литература для подготовки к занятию:

1. www.ccas.ru/voron/www.ccas.ru/frc/papers/djukova05_construction.pdf.
2. <http://www.all-library.com/obrazovanie/nauka/42843-osnovy-teorii-raspoznavaniya-obrazov.html>
3. <http://window.edu.ru/resource/738/20738>
4. <http://www.bsu.by/Cache/pdf/229903.pdf>
5. <http://www.delphikingdom.com/asp/viewitem.asp?catalogid=1299>
6. http://www.forekc.ru/Ns/index_6.htm
7. <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2010/fknt/kostetskaya/library/art03/index.html>
8. <http://abc.vvsu.ru>
9. Самостоятельный интернет-поиск.

Форма текущего контроля освоения компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни З-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни З-Пр, У-Пр, В-Пр) (см. табл.2 методических указаний к практическим занятиям): *отчет* по решению практических текстовых задач, *типовая формулировка* которых следующая:

Задача И2.1. [1] *Логический метод распознавания.* Предположим, что на острове находятся 2 самолетные опознавательные башни. В течение нескольких дней в небе летают одни и те же вражеские самолеты. Опознать тип наблюдаемых самолетов трудно, и это привело к некоторой полемике между двумя наблюдательными пунктами. Тем не менее, было сделано предположение (далекое от определенности), что это наблюдаются 4 типа вражеских самолетов: А, В, Х, Y (причем определенно известно, что типы А и В существуют). На протяжении 3-х дней от каждого поста поступают следующие сообщения:

Пост 1	Пост 1
1-й день. Самолеты типов Х и Y. 2-й день. Самолеты типа А или типа В, или же как типа А, так и типа В одновременно. 3-й день. Самолеты типа Х и одновременно типа А, или типа В; или типа А и В; или же самолеты типа А и типа Y..	1-й день. Самолеты типов А и не В. 2-й день. Самолеты типа Y и не А или же типа Х. 3-й день. Самолеты типа А

Требуется определить, можно ли на основе только этих сообщений заключить, что самолеты типов X и Y в действительности являются самолетами типов A и B.

Задача И2.2. Предположим, что на основе данных, полученных из разных источников, были составлены следующие высказывания:

- 1) Самолет с реактивным двигателем и малым радиусом действия – бомбардировщик.
- 2) Поршневые двигатели бомбардировщиков покрыты тяжелой броней.
- 3) Поршневые двигатели истребителей рассчитаны на малый радиус действия.
- 4) Поршневые самолетные двигатели, рассчитанные на большой радиус действия, имеют легкую броню.
- 5) Реактивные самолеты имеют тяжелую броню.
- 6) Истребители представляют собой самолеты, покрытые тяжелой броней и с малым радиусом действия.
- 7) Легкую броню имеют или самолеты с большим радиусом действия или истребители.
- 8) Тяжелую броню имеют или самолеты с поршневым двигателем или самолеты с малым радиусом действия.

На основании анализа этих высказываний необходимо дать ответы на следующие вопросы:

- 1) Все ли утверждения совместны (непротиворечивы)?
- 2) Если высказывания несовместны, то будем предполагать, что только одно из них неправильно. Может ли быть одно утверждение отброшено с тем, чтобы оставшиеся высказывания были совместны, и если да, то какое это высказывание?
- 3) Зависимы ли какие-либо высказывания?
- 4) Не являются какие-либо высказывания избыточными?
- 5) Какие заключения можно сделать при различных предположениях об ошибочности отдельных высказываний?

Ознакомиться со следующим материалом (по указанным источникам):

- 1) Детерминистские методы решения задач распознавания; метод построения эталонов, метод дробящихся эталонов, метод ближайших соседей, метод потенциальных функций.
- 2) Решающее правило, риск потерь при распознавании.
- 3) Влияние вида метрики на принятие решения.
- 4) Статистические методы распознавания: Краткая характеристика методов (на уровне идеи).

Подготовить отчет команды, сформированной на ИнЗ 3-6, по обсуждаемым задачам, содержащий положения:

- 1) Постановка решаемых задач.
- 2) Изложение обзора вариантов их решения.
- 3) Защита выбранного варианта и решение задач.
- 4) Подготовка презентации-защиты работы команды.

Ознакомиться с формами текущего контроля

Таблица 3

№ п / п	Наименование разделов	Формы контроля				
		Знаний	Умений	Навыков	Оценка личностных качеств	Компетенции/ ожидаемый уровень освоения
1	Классические модели систем	Сдача индивидуальных заданий		Отчет по решению реальных	Соблюдение установленных	ОК-1, ОК-2 З-Эл, У-Эл, В-Эл ПК-5/

	массового обслуживания	Контрольная работа	практически х задач на <i>интерактивном</i> занятии	ных сроков для отчета и теста	3-Пр, У-Пр, В-Пр
		Отчет по ИнЗ №3, 4			

3. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 3

3.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №3 по теме: «Алгебраический подход к задаче распознавания»

Цель занятия: Проведение исследований на базе поискового метода по одной из заданных тем.

Форма текущего контроля освоения компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни 3-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни 3-Пр, У-Пр, В-Пр): отчет по выбранной теме и подготовка презентации-защиты:

Рекомендуемые темы для проведения исследований

1. Показатели информативности признаков: по коэффициенту корреляции: Пирсона (вычисление силы линейной связи между количественными признаками), Фехнера, Кендалла, Спирмена (определение монотонных зависимостей) и др. (Гайдышев И.).
2. Информативность по Шеннону как мера трудности распознавания (Вагин В.Н.).
3. Метрические методы оценивания информативности признаков.
4. Метод на основе мультимножественного представления данных с последующим использованием метрик на мультимножествах и метода парных сравнений (Колесникова С.И., Янковская А.Е.).
5. Построение решающего правила в виде дерева дихотомических делений выборки по отдельным признакам (Загоруйко Н.Г.).
6. Методы оценивания и выбора моделей (Воронцов К.В.)
7. Методы оценки качества обучения алгоритмов (Воронцов К.В.)
8. Динамически адаптируемые композиции алгоритмов прогнозирования (Воронцов К.В., Егорова Е.В.)

3.2. Типовые тесты к разделу 3

№	Вопросы	Отв еты
1.	Обучение без учителя (самообучение) 1) процесс формирования обобщенных образов классов, на основе обучающей выборки, содержащей характеристики конкретных объектов как в описательных, так и в классификационных шкалах и градах. 2) процесс формирования обобщенных образов классов, на основе обучающей выборки, содержащей характеристики конкретных объектов, причем только в описательных шкалах и градах. 3) этот процесс называют кластерным анализом (таксономией).	
2.	Эвристический подход 1) основан на точно формализуемых знаниях. 2) основан на трудно формализуемых знаниях и интуиции исследователя. При этом исследователь сам определяет, какую информацию и каким образом система должна использовать для достижения требуемого эффекта распознавания. 3) основан на статистических методах.	
3.	Обучающая выборка – это	

	<p>1) это генеральная совокупность;</p> <p>2) множество объектов, заданных значениями признаков и принадлежность которых к тому или иному классу достоверно известна "учителю" и сообщается учителем "обучаемой" системе;</p> <p>3) это контрольная (экзаменационная) выборка;</p> <p>4) гипотетическое множество всех возможных объектов каждого образа.</p>	
4.	<p>Качество решающих правил оценивается</p> <p>1) по репрезентативной выборке достаточно полно представляет генеральную совокупность (гипотетическое множество всех возможных объектов каждого образа);</p> <p>2) по обучающей выборке - множеству объектов, заданных значениями признаков и принадлежность которых к тому или иному классу достоверно известна "учителю" и сообщается учителем "обучаемой" системе;</p> <p>3) по контрольной (экзаменационной) выборке, в которую входят объекты, заданные значениями признаков, и принадлежность которых тому или иному образу известна только учителю.</p>	
5.	<p>Метод скользящего контроля используется для</p> <p>1) оценки информативности признаков;</p> <p>2) сочетания алгоритмов FOREL и KRAB;</p> <p>3) оценки доли контрольной (экзаменационной) выборки, распознанной неправильно;</p> <p>4) формирования интегрированного критерия качества таксономии.</p>	
6.	<p>Метод скользящего контроля состоит в следующем</p> <p>1) Объекты описываются не множеством числовых значений признаков \bar{x}, а структурой объекта. Иерархия предполагает описание сложных объектов с помощью более простых подобъектов. Те, в свою очередь, могут быть описаны с помощью подобъектов следующего уровня и т.д. Этот подход основан на аналогии между структурой объектов и синтаксисом языков. Распознавание объекта состоит в распознавании производных его элементов и синтаксическом анализе "предложения", описывающего данный объект;</p> <p>2) Все объекты, кроме одного, предъявляются в качестве обучающей выборки. Один объект, не участвовавший в обучении, предъявляется на контроль. Затем из общей выборки отбирается другой объект для контроля, по оставшейся части выборки осуществляется обучение. Такая процедура повторяется столько раз, сколько объектов в общей выборке. В таком случае вся выборка участвует и в обучении, и в контроле, но контрольные объекты не участвуют в обучении;</p> <p>3) Распознавание осуществляется следующим образом. На вход системы поступает объект \bar{x}^*, принадлежность которого к тому или иному образу системе неизвестна. От этого объекта измеряются расстояния до «средних элементов» всех образов, и \bar{x}^* система относит к тому образу, расстояние до «среднего элемента» которого минимально.</p>	

3.3. Подготовка к интерактивным занятиям №7, 8 «Алгебраические методы в задачах распознавания и классификации. Эффективность систем распознавания с коллективным распознаванием»

Цель занятия: активное воспроизведение ранее полученных знаний по разделу 3 «Алгебраический подход к задаче распознавания» в «незнакомых» условиях (применение основных понятий темы раздела 3 для решения задачи: построение и апробация алгоритмических моделей для решения практических текстовых задач).

Дополнительная литература для подготовки к занятию:

- 1) Воронцов К.В. Лекции по методам оценивания и выбора моделей. 2007. Режим доступа: www.ccas.ru/voron/download/Modeling.pdf.
- 2) Воронцов К.В. Обзор современных исследований по проблеме качества обучения алгоритмов. Таврический вестник информатики и математики. – 2004. – № 1. – С. 5 – 24. <http://www.ccas.ru/frc/papers/voron04twim.pdf>.
- 3) Воронцов К.В., Егорова Е.В. Динамически адаптируемые композиции алгоритмов прогнозирования // Искусственный Интеллект. – № 10. - 2006. – С. 277–280.
- 4) Самостоятельный интернет-поиск.

Форма текущего контроля освоения компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни З-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни З-Пр, У-Пр, В-Пр) (см. табл.3 методических указаний к практическим занятиям): *отчет по решению практических текстовых задач, типовая формулировка которых следующая:*

Задача ИЗ.1. Используйте технологию бустинга (Р. Шапир) данную (Boost1) для решения задачи обработки изображений.

Дополнительная информация. Бустинг (boosting – усиление, улучшение) - процедура последовательного построения композиции алгоритмов машинного обучения, в основе которой лежит построение цепочки (каскада) классификаторов-алгоритмов, каждый из которых (за исключением первого) обучается на ошибках предыдущего. Boost1 (исторически 1-й алгоритм бустинга) использует каскад из 3-х моделей, первая из которых обучается на всем наборе данных X , вторая – на выборке объектов (обучающих примеров), в половине из которых первая дала правильные ответы, а третья — на объектах, где «ответы» первых двух разошлись. В такой последовательной обработке объектов каскадом классификаторов задача для каждого последующего классификатора-алгоритма становится труднее. Результат определяется путем голосования: объект относится к тому классу, который выдан большинством моделей каскада.

Рассмотрим задачу классификации на два класса, $Y = \{-1, +1\}$. Пусть базовые алгоритмы возвращают только два ответа -1 и $+1$, и решающее правило фиксировано: $C(b) = \text{sign}(b)$. Искомая алгоритмическая композиция имеет вид:

$$a(x) = C(F(b_1(x), \dots, b_g(x))) = \text{sign}(\sum_{t=1}^T \omega_t b_t(x)), x \in X.$$

Функционал качества композиции Q_T определяется как число ошибок, допускаемых композицией на обучающей выборке:

$$Q_T(\mathbf{b}, W^m) = \sum_{t=1}^T [y_t \sum_{t=1}^T \omega_t b_t(x)],$$

где $W^m = (w_1, \dots, w_m)$ – вектор весов объектов. На практике используют экспоненциальную аппроксимацию пороговой функции потерь $[z < 0] e^{-z}$

Основные этапы алгоритма бустинга для распознавания изображений [28]:

Дано изображение с потенциально распознаваемыми объектами, представленное двумерной матрицей пикселей размером $w \times h$, в которой каждый пиксель имеет значение: $0 \div 255$ для черно-белое изображений; $0 \div 255 \times 3$, для цветных (компоненты R, G, B).

1. Формируется «прямоугольный признак» $\text{rectangle}(i) = \{x, y, w, h, a\}$, где x, y – координаты центра i -го прямоугольника, w – ширина, h – высота, a – угол наклона прямоугольника к вертикальной оси изображения.

2. Сканируется изображение окном поиска с одновременным формированием интегрального представления изображения – матрицы L , в каждом элементе $L(x, y)$ которой хранится суммарная яркость каждого прямоугольника на данном изображении (сумма интенсивностей всех пикселей в прямоугольнике от $(0, 0)$ до (x, y) , то есть находящихся левее и выше данного элемента согласно методу Виолы-Джонса):

$$L(x, y) = I(x, y) - L(x-1, y-1) + L(x, y-1) + L(x-1, y),$$

где $I(x, y)$ — яркость пикселя исходного изображения.

3. Применяется классификатор к каждому положению окна сканирования.

При этом на обучении осуществляется итеративный процесс:

1). Определение слабых классификаторов по прямоугольным признакам на каждом примере с выбором «подходящего порога» для каждого признака;

- 2). Отбор лучших признаков и лучшего подходящего порога;
- 3). Пересчет весов объектов выборки.

Задача И3.2. Постройте коллективное правило для прогнозирования по временным рядам изменения минералогических и химических свойств торфов по предоставленной базе данных.

Ознакомиться со следующим материалом (по указанным источникам):

- 1) Алгебраические методы в задачах распознавания и классификации: историческая справка.
- 2) Эффективность систем распознавания с коллективным распознаванием.
- 3) Практические примеры построения алгебраических композиций.

Подготовить отчет команды, сформированной на ИнЗ 7, 8, по обсуждаемым задачам, содержащий положения:

- 1) Постановка решаемых задач.
- 2) Изложение обзора вариантов их решения.
- 3) Защита выбранного варианта и решение задач.
- 4) Подготовка презентации-защиты работы команды.

Ознакомиться с формами текущего контроля

Таблица 4

№ п / п	Наименование разделов	Формы контроля				
		Знаний	Умений	Навыков	Оценка личностных качеств	Компетенции/ ожидаемый уровень освоения
1	Сети систем массового обслуживания	Сдача индивидуальных заданий		Отчет по решению реальных практически задач на интерактивном занятии	Соблюдение установленных сроков для отчета и теста	ОК-1, ОК-2 З-Эл, У-Эл, В-Эл ПК-5/ З-Пр, У-Пр, В-Пр
		Контрольная работа				
		Отчет по ИнЗ №7, 8				

4. УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ по разделу 4

4.1. Выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) №4 по теме: «Распознавание образов и распознавание изображений»

Цель занятия: Проведение исследований на базе поискового метода по одной из заданных тем.

Форма текущего контроля освоения компетенций компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни З-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни З-Пр, У-Пр, В-Пр): отчет по выбранной теме и подготовка презентации-защиты:

Рекомендуемые темы для проведения исследований

1. Вопросы, которые возникают при решении задачи распознавания изображений (восприятие поля зрения, сегментация, нормализация выделенных объектов, распознавание).
2. Принципы, используемые при решении задачи распознавания изображений: целостности, симметричности (двунаправленности), прогнозирования, целенаправленности.

3. Возможность распознавания изображений на базе последовательного сравнения его с эталонами по ряду выделенных признаков.
4. Процедура предварительной обработки изображений.
5. Методы сегментации изображений.
6. Подходы к распознаванию изображений: корреляционный, признаковый, корреляционно-признаковый, синтаксический метод.
7. Структура методов распознавания изображений.
8. Проблемы при решении задачи зрительного восприятия роботизированных систем по сравнению с традиционными задачами обработки и распознавания изображений.

4.2. Типовые тесты к разделу 4

№	Вопросы	Отв еты
1.	Теорема Розенблатта утверждает, что 1) перцептрон является универсальным устройством для решения любой задачи классификации изображений; 2) доказывает существование элементарного перцептрона, способного выполнить любую классификацию заданного множества черно-белых изображений; 3) существует некоторая классификация $C(W)$ множества W черно-белых изображений на два подмножества W_1, W_2 , которая не может быть выполнена перцептроном; 4) другой ответ.	
2.	Теорема А.Новикова относительно персептрона Розенблатта утверждает, что алгоритм построения разделяющей (множества $\mathcal{X}_1, \dots, \mathcal{X}_a$ и $\bar{\mathcal{X}}_1, \dots, \bar{\mathcal{X}}_b$) гиперплоскости: 1) всегда существует при любом их взаимном расположении; 2) всегда существует, если множества $\mathcal{X}_1, \dots, \mathcal{X}_a$ и $\bar{\mathcal{X}}_1, \dots, \bar{\mathcal{X}}_b$ линейно разделимы. 3) существует в частных случаях, если множества $\mathcal{X}_1, \dots, \mathcal{X}_a$ и $\bar{\mathcal{X}}_1, \dots, \bar{\mathcal{X}}_b$ линейно разделимы.	
3.	Эффект переобучения связан: 1) с наличием чрезмерно большой обучающей выборки; 2) с зашумленностью малой выборки; 3) с недостаточным размером контрольной (экзаменационной) выборки.	
4.	Обобщающая способность модели распознавания – это 1) это учет в модели объектов, не входящих в обучающую выборку, но входящих в генеральную совокупность, по отношению к которой данная обучающая выборка репрезентативна; 2) операция установления степени ее адекватности (валидности) путем сравнения результатов идентификации конкретных объектов с их фактической принадлежностью к обобщенным образам классов. 3) это процесс формирования обобщенных образов классов, на основе обучающей выборки, содержащей характеристики конкретных объектов, причем только в описательных шкалах и градациях; 4) качество ее работы на «чужой» выборке. 5) другой ответ.	
5.	Алгоритм генетический является 1) разновидность эволюционных вычислений, всегда сходится; 2) эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования, сходимость его не гарантирована;	

	3) метод кластерного анализа (таксономия). 4) механизм биологической эволюции;	
6.	<p>В интеллектуальном анализе данных закономерность (шаблон информации) – это</p> <p>1) описание сложных объектов с помощью более простых подобъектов.</p> <p>2) это любое отображение из пространства исходных данных (начальных информаций) в пространство образов (классов, финальных информаций);</p> <p>3) это совокупность математических моделей, численных методов, программных средств и информационных технологий, обеспечивающих обнаружение в эмпирических данных доступной для интерпретации информации и синтез на основе этой информации ранее неизвестных, нетривиальных и практически полезных для достижения определенных целей знаний.</p>	
7.	<p>Весовые коэффициенты в перцептроне Розенблатта настраиваются по принципу:</p> <p>1) $W(t+\Delta t) = W(t) + 1$, нейрон штрафует, если;</p> <p>2) $W(t+\Delta t) = W(t)$, нейрону оставляют его вес, если ...;</p> <p>3) $W(t+\Delta t) = W(t) - 1$, если;</p> <p>Ответ</p> <p>1) если он «отвечает» за формируемый образ, но не возбудился;</p> <p>2) он «отвечает» за формируемый образ и возбудился</p> <p>3) нейрон возбудился ошибочно, т.е. он не соответствует новому формируемому</p>	

4.3. Подготовка к интерактивному занятию №9, 10 «Распознавание образов и распознавание изображений. Системы РО на основе нейросети»

Цель занятия: активное воспроизведение ранее полученных знаний по разделу 4 «Распознавание образов и распознавание изображений», применение основных понятий темы раздела 4 для решения задач: анализ алгоритмов для распознавания изображений и изучение логики построения нейросетевых моделей для практических текстовых задач.

Дополнительная литература для подготовки к занятию:

- 1) <http://algotlist.manual.ru/compress/image/fractal/index.php>
- 2) <http://habrahabr.ru/post/133826/>
- 3) http://www.ci.ru/inform06_06/p_24.htm
- 4) <http://sumschool.sumdu.edu.ua>
- 5) Самостоятельный интернет-поиск.

Форма текущего контроля освоения компетенций (ОК-1, ОК-2 уровни З-Эл, У-Эл, В-Эл; ПК-5 уровни З-Пр, У-Пр, В-Пр) (см. табл.4 методических указаний к практическим занятиям): *отчет* по решению практических текстовых задач, *типовая формулировка* которых следующая:

Задача № И4.1. Составить (выбрать) алгоритм для практической реализации распознавания устной речи. Реализовать соответствующую программу. Сравнить существующие программы по распознаванию речи.

Задача № И4.2. Составить (выбрать) алгоритм для практической реализации распознавания изображения. Реализовать соответствующую программу. Сравнить существующие программы по распознаванию изображений.

Ознакомиться со следующим материалом (по указанным источникам):

1. Постановка задачи распознавания изображений и основные понятия: восприятие поля зрения, сегментация, нормализация выделенных объектов, распознавание и др.
2. Принципы распознавания изображений.
3. Процедура предварительной обработки изображений. Нормализация.
4. Сегментация изображений.
5. Методы распознавания изображений: корреляционный, признаковый, корреляционно-признаковый, синтаксический метод.

Подготовить отчет команды, сформированной на Ин9,10 по обсуждаемым задачам, содержащий положения:

- 1) Постановка решаемых задач.
- 2) Изложение обзора вариантов их решения.
- 3) Защита выбранного варианта и решение задач.
- 4) Подготовка презентации-защиты работы команды.

Ознакомиться с формами текущего контроля

Таблица 4

№ п / п	Наименование разделов	Формы контроля				
		Знаний	Умений	Навыков	Оценка личностных качеств	Компетенции/ ожидаемый уровень освоения
1	Немарковские системы массового обслуживания	Сдача индивидуальных заданий		Отчет по решению реальных практически задач на <i>интерактивном</i> занятии	Соблюдение установленных сроков для отчета и теста	ОК-1, ОК-2 З-Эл, У-Эл, В-Эл ПК-5/ З-Пр, У-Пр, В-Пр
		Контрольная работа				
		Отчет по ИнЗ №9, 10				

При составлении методических указаний использовался материал нижеуказанной литературы, а также материал интернет-ресурсов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

10. Горелик А. Л., Скрипкин В. А. Методы распознавания: Учебное пособие для вузов. - 4-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2004. – 260 с.
11. Лапко А.В. Непараметрические системы обработки информации: Учебное пособие для вузов / А. В. Лапко, С. В. Ченцов; Российская Академия наук. Сибирское отделение, Институт вычислительного моделирования. - М. : Наука, 2000. - 349 с.
12. Воронцов К.В. Лекции по методам оценивания и выбора моделей. 2007. Режим доступа: www.ccas.ru/voron/download/Modeling.pdf.
13. Р. Гонсалес. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB: Пер. с англ. / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс ; пер. : В. В. Чепыжов. - М. : Техносфера, 2006. – 615 с.
14. Ту Д., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. – М.: Мир, 1978, 2008.
15. Вапник В.Н. и др. Алгоритмы и программы восстановления зависимостей: Практическое руководство. - М. : Наука. Физматлит, 1984. - 816 с.
16. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов. М.: Наука, 1974, 2002.- 415 с.
17. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. // Новосибирск. Изд-во института математики. 1999, 2008.
18. Дадашев Т.М. Теория распознавания образов (логические методы): Учебное пособие. - М.: МФТИ, 1982, 2006. - 84 с.
19. Айзерман А.А., Браверман Э.М., Розоноэр Э.И. Метод потенциальных функций в теории обучения машин. – М.: Наука, 1970.
20. Патрик Э. Основы теории распознавания образов. – М.: Сов. радио, 1980.
21. Фу К.С. Структурные методы в распознавании образов. – М.: Мир, 1977.
22. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. - М.: Мир, 1976.- 511 с.
23. Дюкова Е.В., Песков Н.В. Построение распознающих процедур на базе элементарных классификаторов // [www.ccas.ru /frc/papers /djukova05 construction.pdf](http://www.ccas.ru/frc/papers/djukova05_construction.pdf).
24. Воронцов К.В. Обзор современных исследований по проблеме качества обучения алгоритмов. Таврический вестник информатики и математики. – 2004. – № 1. – С. 5 – 24. <http://www.ccas.ru/frc/papers/voron04twim.pdf>.
25. Геппенер В.В. Лекционный курс «Распознавание изображений и речевых сигналов». <http://www.studfiles.ru/dir/cat32/subj1011/file4179/view34452.html>
26. [www.ccas.ru/voron/www.ccas.ru /frc/papers /djukova05 construction.pdf](http://www.ccas.ru/voron/www.ccas.ru /frc/papers /djukova05_construction.pdf).
27. <http://www.all-library.com/obrazovanie/nauka/42843-osnovy-teorii-raspoznavaniya-obrazov.html>
28. <http://window.edu.ru/resource/738/20738>
29. <http://www.bsu.by/Cache/pdf/229903.pdf>
30. <http://www.delphikingdom.com/asp/viewitem.asp?catalogid=1299>
31. <http://www.delphikingdom.com/asp/viewitem.asp?catalogid=1203>
32. http://www.forekc.ru/Ns/index_6.htm
33. <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2010/fknt/kostetskaya/library/art03/index.html>
34. Корлякова М.О., Твердохлеб Н.С. Анализ подходов к определению информативности признаков. // Научная сессия МИФИ-2006. Сборник научных трудов. В 16 томах. Т.3. Интеллектуальные системы и технологии. М.: МИФИ, 2006. 256 с. С. 146-147
35. Воронцов К.В., Егорова Е.В. Динамически адаптируемые композиции алгоритмов прогнозирования // Искусственный Интеллект. – № 10. - 2006. – С. 277–280.
36. <http://algotlist.manual.ru/compress/image/fractal/index.php>
37. <http://habrahabr.ru/post/133826/>
38. Волошин Г.Я. Методы распознавания образов (конспект лекций) <http://abc.vvsu.ru>

39. Айзерман М.А., Браверман Э.М., Розоноэр Л.И. Метод потенциальных функций в теории обучения машин – изд. «Наука», Москва, 1970г.
40. <http://sumschool.sumdu.edu.ua>