

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор

по научно-педагогической работе

А.Б. Бирюков

(подпись)

» июня 2020 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В12 Распознавание образов

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки:

09.04.04 Программная инженерия

(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа:

Методы и средства разработки программного обеспечения

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Уровень образования:

Магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Формы обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	3
Общая трудоемкость в ЗЕТ/часах	6 / 216	6 / 216
Контактная работа (час.), в том числе:	92	25
лекции (час.)	34	8
лабораторные работы (час.)	51	8
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	95	164
курсовой проект (семестр/час)	3/36	3/36
индивидуальное задание (кол./час)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В12 Распознавание образов составлена в соответствии с учебным планом подготовки магистров по направлению 09.04.04 Программная инженерия, магистерская программа Методы и средства разработки программного обеспечения для 2020 года приёма.

**Составитель:**

зав. кафедрой

программной инженерии, к.т.н., доцент



(подпись)

Федяев О.И.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры программной инженерии.

Протокол от «10» марта 2020 года № 9.

Заведующий кафедрой



(подпись)

Федяев О.И.

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия

Протокол от «20» мая 2020 года № 10.

Председатель



(подпись)

Федяев О.И.

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры программной инженерии.

Протокол от «  » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №   .

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры программной инженерии.

Протокол от «  » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №   .

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры программной инженерии.

Протокол от «  » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года №   .

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

## **1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Предметом дисциплины являются методы и программное обеспечение компьютерных систем классификации и идентификации предметов, явлений, процессов, сигналов, ситуаций и других подобных объектов, которые характеризуются конечным набором некоторых свойств и признаков.

**Цель дисциплины:** дать систематический обзор существующих методов распознавания образов в различных компьютерных системах, изучить и освоить основные нейросетевые методы и соответствующие инструментальные программные средства решения задачи распознавания образов.

**В задачи дисциплины входит:**

- определение понятий образа, классов и системы распознавания образов;
- формулировка задач, для решения которых применяются методы распознавания образов (оптическое распознавание символов и штрих-кодов, распознавание автомобильных номеров, распознавание лиц и речи, распознавание изображений, классификация документов);
- усвоение студентами методов распознавания образов в различных системах (распознавание на основе нейронных сетей);
- выработку навыков работы с программными пакетами для распознавания образов на примере инструмента Neural Networks Toolbox математической системы MATLAB.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- математические (статистические, структурные) и нейросетевые методы распознавания образов, используемые для анализа и классификации изображений в системах компьютерного зрения;
- структуру исходных данных – цифровых изображений в виде матриц цвета и яркости точек;
- способы и формы признаковых описаний объектов распознавания;
- специфику построения метрики в пространстве образов; алгоритмы решения задач распознавания образов;

**уметь:**

- преобразовывать изображения различного типа с целью генерации признаковых описаний;
- применять методы точечной, пространственной геометрической, алгебраической и межкадровой обработки изображений;
- применять методы генерации признаков на основе разложения изображений по базисным функциям;
- сегментировать и анализировать формы изображений; применять методы построения метрик для сравнения изображений;
- применять изученные методы распознавания в прикладных задачах компьютерного зрения;

- пользоваться основными правилами управления проектами и технологией создания систем распознавания образов;

**владеть:**

- способностью формулировать задачи распознавания образов в предметных областях и методикой их решения;
- навыками разработки алгоритмов и программных систем распознавания, в том числе, на базе существующих инструментальных средств.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций у студентов:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);
- знание методов организации и управления информационными процессами (ПК-1);
- владение навыками создания программного обеспечения для анализа, распознавания и обработки информации, систем цифровой обработки сигналов (ПК-3);
- владение навыками разработки программного обеспечения для создания трёхмерных изображений (ПК-4);
- способен выполнить постановку новых задач анализа и синтеза новых проектных решений (ПК-5).

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули) Б1» учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин в соответствии с учебным планом по направлению 09.04.04 Программная инженерия (магистерская программа «Методы и средства разработки программного обеспечения»):

- «Информационные и телекоммуникационные технологии»;
- «Цифровая обработка сигналов и распознавание речи»;
- «Нейросетевые и нечёткие системы»;
- «Параллельные и распределённые вычисления».

Знания, умения и навыки, приобретённые при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при освоении следующих учебных дисциплин:

- «Интеллектуальный анализ данных»;
- «Производственная практика: преддипломная»;
- «Выполнение выпускной квалификационной работы».

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ.	СР
1	Предмет и задачи обработки и распознавания цифровых изображений на основе статистических и нейросетевых подходов.	6/4	2/0	2/0		2/4
2	Проблемы классификации образов. Классификация на основе вероятностной нейросети (PNN), архитектура и обучение PNN.	13/14	6/1	2/1		5/12
3	Распознавание образов, сжатие данных и аппроксимация функций с помощью радиально-базисной нейросетью (RBF) и обобщённо-регрессионной нейросетью (GRNN), архитектуры и обучение нейросетей.	14/16	4/1	4/1		6/14
4	Сведение задачи прогнозирования к задаче распознавания образов. Прогнозирование развития динамических процессов на нейросетях. Адаптивный линейный прогноз.	14/14	4/1	4/1		6/12
5	Кластерный анализ. Представление классифицирующих объектов. Самоорганизующиеся нейросети, их архитектура, стратегия обучения «без учителя» - конкурентное обучение.	18/20	6/1	4/1		8/18
6	Архитектура самоорганизующейся карты Кохонена. Примеры одномерной самоорганизующейся карты. Кластерное представление топологии произвольной линии (траектории движения).	15/16	5/1	4/1		6/14
7	Самоорганизующаяся карта для восстановления двумерных данных сложной структуры. Кластеризация объектов по их плоскому изображению.	20/20	8/1	4/1		8/18
8	Классификация и распознавание образов. Линейная классификация. Нелинейная классификация двумерных объектов нейросетями обратного и встречного распространения. Распознавание текстов по изображениям документов.	24/20	8/1	6/1		10/18
9	Обработка последовательных данных в виде текста, речи, временного ряда с	20/20	8/1	4/1		8/18

	помощью рекуррентной нейронной сети (РНС). Архитектуры РНС и их обучение. Пример восстановления формы сигнала с помощью РНС.					
Курсовой проект		36/36				36/36
Итого по видам занятий		180/180	51/8	34/8		95/164
Контроль		36/36				
<b>ИТОГО:</b>		<b>216/216</b>				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Темы 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9
УК-2	Темы 1, 2, 5, 7, 8, 9
ПК-1	Темы 2, 3, 6, 8, 9
ПК-3	Темы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
ПК-4	Темы 5, 6
ПК-5	Темы 2, 4, 5, 7, 8, 9

### 3.2 Лекции

Тема 1. Предмет, цель и задачи дисциплины «Распознавание образов».

Содержание темы 1:

Предмет и задачи обработки и распознавания цифровых изображений на основе статистических и нейросетевых подходов. Области применения распознавания образов.

Литература к теме 1: [1-4].

Тема 2. Проблемы классификации образов.

Содержание темы 2:

Задача классификации образов. Классификация на основе вероятностной нейросети (PNN), архитектура и обучение PNN.

Литература к теме 2: [2, 4, 6].

Тема 3. Радиально-базисная и обобщённо-регрессионная нейросети.

Содержание темы 3:

Распознавание образов, сжатие данных и аппроксимация функций с помощью радиально-базисной нейросетью (RBF) и обобщённо-регрессионной нейросетью (GRNN), архитектуры и обучение нейросетей.

Литература к теме 3: [2, 4, 6].

Тема 4. Сведение задачи прогнозирования к задаче распознавания образов.

Содержание темы 4:

Прогнозирование развития динамических процессов на нейросетях. Адаптивный линейный прогноз.

Литература к теме 4: [2-5].

Тема 5. Кластерный анализ.

Содержание темы 5:

Представление классифицирующих объектов. Самоорганизующиеся нейросети, их архитектура, стратегия обучения «без учителя» - конкурентное обучение.

Литература к теме 5: [2-5].

Тема 6. Архитектура самоорганизующейся карты Кохонена.

Содержание темы 6:

Примеры одномерной самоорганизующейся карты. Кластерное представление топологии произвольной линии (траектории движения).

Литература к теме 6: [4].

Тема 7. Восстановления двумерных данных сложной структуры.

Содержание темы 7:

Самоорганизующаяся карта для восстановления двумерных данных сложной структуры. Кластеризация объектов по их плоскому изображению.

Литература к теме 7: [4].

Тема 8. Классификация и распознавание образов.

Содержание темы 8:

Линейная классификация. Нелинейная классификация двумерных объектов нейросетями обратного и встречного распространения. Распознавание текстов по изображениям документов.

Литература к теме 8: [1-5].

Тема 9. Обработка последовательных данных.

Содержание темы 9:

Обработка последовательных данных в виде текста, речи, временного ряда с помощью рекуррентной нейронной сети (РНС). Архитектуры РНС и их обучение. Восстановление формы сигнала с помощью РНС.

Литература к теме 9: [1-5].

### **3.3 Практические (семинарские) занятия**

Практические (семинарские) занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

### **3.4 Лабораторные работы**

№ п/п	Тема занятия	Объём, час. очн./заоч.	Литера- тура
1	Аппроксимация функций как задача распознавания образов	6/2	[3, 5, 6, 7]
2	Прогнозирование изменения параметров динамического процесса с помощью нейронных сетей	8/2	[2, 3, 6, 7]
3	Кластеризация входных наборов данных с помощью моделей нейронных сетей пакета MATLAB	10/2	[3, 4, 6, 7]



4	Классификация и распознавание образов на основе нейросетевых моделей пакета Neural Networks	10/2	[1,3, 6, 7]
<b>ИТОГО:</b>		<b>34/8</b>	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объём, час. очн./заоч.
1	Изучение лекционного материала	20/48
2	Подготовка к лабораторным занятиям	39/80
3	Выполнение курсового проекта	36/36
<b>ИТОГО:</b>		<b>95/164</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом в рамках освоения дисциплины предусмотрено выполнение студентами **курсового проекта** в третьем семестре.

Тематика курсового проектирования связана с применением нейросетевых методов распознавания образов, используемых для анализа и классификации изображений в системах компьютерного зрения. Этот подход является очень востребованным в настоящее время.

Каждое индивидуальное задание посвящено решению следующих типовых классов задач, которые сводятся к распознаванию образов:

- нейросетевой аппроксимации функций;
- прогнозированию динамики процесса;
- кластеризации входных образов;
- классификации и распознаванию образов.

Курсовой проект имеет целью практического закрепления студентом навыков по применению эффективных нейросетевых методов и инструментов для решения перечисленных сложных задач.

Разработка всех разделов проекта должна базироваться на максимальном использовании: новых технологий программной инженерии, современных инструментальных средств, структуры нейросети адекватной задаче, нейросетевой модели на языке программирования, достаточного объёма модельных экспериментов по оценке качества решения задач распознавания. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы. Оформление пояснительной записки должно соответствовать действующим стандартам.

Все основные положения проекта отражены в Методических указаниях к курсовому проектированию по дисциплине «Распознавание образов» [8].

Проект имеет одинаковое типовое по форме и методике разработки содержание для всех студентов.

Объём курсового проекта – не более 50 страниц машинописного текста. Студент обязан проект оформить строго в соответствии с установленными требованиями.



## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы; уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы, допущено много грубых ошибок, уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы, плохо знает термины, определения и понятия, основные закономерности, соотношения, принципы; допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы; в целом знает термины, определения и понятия, основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы, знает термины, определения и понятия, основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы, знает термины, определения и понятия, основные закономерности, соотношения, принципы; допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок, задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки, решения не обоснованы, не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки, решения не всегда обоснованы, умеет использовать нормативно-техническую литературу, слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки, решения не всегда обоснованы, умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности, способен обосновать решения, умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи, способен обосновать решения, умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач, не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач, испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне, задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач, задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач, быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач, быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

### **Вопросы к экзамену:**

1. Предмет и задачи распознавания изображений на основе статистических и нейросетевых подходов. Области применения распознавания образов.
2. Радиально-базисная нейронная сеть (RBF). Применение, архитектура.
3. Обучение RBF-сети.
4. Пример сети RBF для реализации функции XOR.
5. Пример аппроксимации функции с помощью RBF-сети.
6. Вероятностная нейронная сеть (PNN), область применения. Проблемы классификации образцов. Идея работы PNN.
7. Пример применения PNN для классификации образца, определяемого одной переменной.

8. Обобщённо-регрессионная нейронная сеть (GRNN). Назначение нейросети GRNN, структура сети, обучение и функционирование GRNN.

9. Прогнозирование развития динамических процессов на нейронных сетях. Постановка задачи прогнозирования. Линейная нейросетевая модель прогноза. Структура сети и алгоритм её обучения.

10. Адаптивный линейный прогноз. Его преимущества. Структура адаптивной нейронной сети с задержками по входам. Обучение нейросети и её работа при прогнозе. Пример адаптивного прогноза.

11. Прогнозирование на многослойном персептроне. Структура многослойной нейронной сети, её обучение алгоритмом обратного распространения ошибки.

12. Кластеризация образов на нейронных сетях. Постановка задачи кластеризации. Цели кластеризации. Методы кластеризации. Идея самоорганизации в нейронных сетях. Меры близости (подобия).

13. Стратегия обучения нейросети «без учителя». Способы размещения кластерных элементов.

14. Нахождения центров кластеров слоем соревнующихся нейронов Кохонена с использованием средств Neural Networks пакета MatLab.

15. Самоорганизующаяся карта Кохонена для восстановления двумерных данных сложной структуры.

16. Пример одномерной самоорганизующейся карты. Кластерное представление топологии произвольной линии (траектории).

17. Графическое представление самоорганизующихся карт признаков.

18. Самоорганизующаяся карта для восстановления двумерных данных сложной структуры. Пример восстановления данных, образующих плоские фигуры, средствами Neural Networks пакета MATLAB.

19. Кластеризация объектов по их изображению на нейронной сети SOFM. Пример кластеризации средствами Neural Networks пакета MATLAB.

20. Классификация образов на нейронных сетях. Постановка задачи. Уровни сложности в разделении классов. Линейная классификация с помощью нейросети. Пример.

21. Нелинейная классификация двумерных объектов. Пример классификации плоских фигур средствами Neural Networks пакета MATLAB. Структура нейросети.

22. Классификация с помощью сети встречного распространения (Кохонена + Гроссберга). Структура нейросети. Обучение нейросети.

23. Распознавание образов с помощью многослойной нейронной сети. Структура нейронной сети, её обучение и пример применения. Построение обучающего множества.

24. Рекуррентные нейронные сети (РНС). Область их применения. Архитектуры РНС с обратными связями от нейронов выходного слоя. Обучение РНС.

25. Архитектуры РНС с обратными связями от нейронов скрытого слоя. Обучение РНС.

26. Восстановление формы сигнала с помощью рекуррентной нейронной сети (РНС). Пример восстановления формы сигнала средствами Neural Networks пакета MATLAB.

### Пример экзаменационного билета:

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Дисциплина: Распознавание образов

Направление подготовки: Программная инженерия

Магистерская программа: Методы и средства разработки программного обеспечения

Шифр направления: 09.04.04

Группа: ПИМ-19

### Экзаменационный билет № 4

#### 1. Теория.

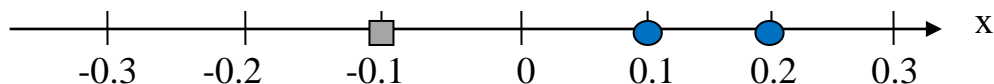
Прогнозирование развития динамических процессов на нейронных сетях. Линейная нейросетевая модель прогноза. Структура сети и алгоритм её обучения.

#### 2. Задача.

Заданы два класса точек на числовой оси  $X$  как учебные образцы:

Класс А: 2 точки - ●;

Класс Б : 1 точка - ■.



Построить нейросетевой классификатор на основе вероятностной нейронной сети (PNN) для классификации точечного образца с координатой  $X=0$ .

Утверждено на заседании кафедры программной инженерии

Протокол №..... от ..... 20.....г.

Зав. кафедрой

О.И. Федяев

Экзаменатор

О.И. Федяев

### КРИТЕРИИ

#### оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Распознавание образов»

для обучающихся по направлению 09.04.04 Программная инженерия

(магистерская программа Методы и средства разработки программного обеспечения)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 2 вопроса: один на знание теории по тематике дисциплины, а второй – конкретная задача. Каждый вопрос требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей информацией о: структуре нейронной сети, входных образах, виде оцифрованных

образов, структуре обучающего множества, необходимых расчётах, модели нейросети на MATLAB и т.п.

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе выполнения лабораторных работ.

Правильный ответ на вопрос оценивается в 26 баллов. Если ответ не полный, то он оценивается в диапазоне от 5 до 26 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

Утверждено на заседании кафедры программной инженерии,  
протокол № 9 от 10.03.2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Федяев О.И.

### 4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Распознавание образов» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

**Текущий контроль** знаний студента производится по результатам выполнения лабораторных работ.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной и заочной формы обучения		
Отчёт о выполнении лабораторной работы	12	Оценивается в баллах каждое задание. Индивидуальное задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	1	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
<b>Итого по лабораторным работам (максимально возможное)</b>	<b>48</b>	Из расчёта выполнения студентом 4 индивидуальных лабораторных работ.
<b>ИТОГО:</b>	<b>48</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 1 теоретический и 1 практический (задачу) вопрос. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в табл. 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объёме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту начисляется количество баллов в диапазоне от 5 до 26 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Вопрос 1	26
	Вопрос 2 (задача)	26
<b>ИТОГО:</b>		<b>52</b>

**Итоговая оценка** определяется путём суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

На примере темы «Классификация и распознавание образов на основе нейросетевых моделей пакета Neural Networks»:

1. В чём заключается проблема классификации образов, какие приложения можно интерпретировать как проблемы классификации?
2. Как математически формулируется задача классификации образов?
3. Какие уровни сложности выделяют при разделении классов?
4. В чём различие и идентичность задач классификации и распознавания образов?
5. Какая стратегия обучения применяется при использовании нейронных сетей в задачах классификации и распознавания образов?
6. Какие нейронные сети применяют при нелинейной разделимости образов?
7. Какими функциями MATLAB создаётся и обучается программная модель персептрона?
8. С какой целью и каким способом выполняется оцифровка входных образов?
9. Какие инструментальные функции пакета Neural Networks используются для создания структуры и обучения «классического» многослойного персептрона?
10. Можно ли в многослойном персептроне использовать различные функции активации?
11. Какими преимуществами обладает нейронная сеть встречного распространения?
12. Какой функцией создаётся программная модель сети встречного распространения, назначение её параметров?
13. Как формируются наборы входных образов для обучения и тестирования нейронных сетей в системах распознавания?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

#### 4.5 Курсовое проектирование

При оценивании результатов курсового проектирования руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам проекта:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	Постановка задач распознавания: – аппроксимация функций как задача распознавания образов; – прогнозирование динамики процесса методом «windowing»; – кластеризация образов; – классификация и распознавание образов.	8 (по 2 балла для каждой задачи)
2	Выбор структуры нейронной сети для задач распознавания.	12 (по 3 балла для каждой структуры нейросети)
3	Разработка программных моделей нейросети в среде MATLAB с учётом стратегии обучения и класса решаемой задачи	28 (по 7 баллов для каждой модели нейросети)



4	Оцифровка входных образов и построение обучающего множества.	16 (по 4 балла для каждого набора множества)
5	Обучение нейросетевых моделей распознавания	24 (по 6 баллов для каждой модели нейросети)
6	Оценка качества решения задач распознавания на тестовых множествах входных образов.	12 (по 3 балла для каждой системы распознавания)
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

- правильное и обоснованное (аргументированное) проектное решение с использованием: новых технологий, современных инструментальных средств, структуры нейросети адекватной задаче, нейросетевой модели на языке программирования, достаточного объёма модельных экспериментов по оценке качества решения задач распознавания – максимально возможное количество баллов;

- правильное проектное решение с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по: выбранной структуре нейронной сети, разработанной программной модели нейросетевой системы распознавания, объёму и качеству модельных экспериментов, оформлению пояснительной записки – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;

- неверное проектное решение, неумение выполнить разработку нейросетевой системы распознавания, получения необходимых результатов – ноль баллов.

В результате суммирования набранных по разделам баллов руководитель курсового проектирования определяет предварительную итоговую оценку, которая может быть снижена по результатам защиты обучающимся курсового проекта перед комиссией из числа преподавателей кафедры.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### I Основная литература

1. Ежова К.В. Моделирование и обработка изображений [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / К.В. Ежова; Санкт-Петербург. нац. исслед. ун-т информ. технологий, механики и оптики. - 3 Мб. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2011. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd7391.pdf>

2. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Л.Н. Ясницкий. - 3 Мб. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5532.pdf>

3. Асадуллаев Р.Г. Нечёткая логика и нейронные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р.Г. Асадуллаев; ФГАОУ ВО «Белгород. гос. нац.

исслед. ун-т», Ин-т инженерных технол. и естественных наук. Каф. прикладной информатики и информационных технол. – 9 Мб. – Белгород: [б.и.], 2017. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd7365.pdf>

## **II Дополнительная литература**

4. Кохонен Т. Самоорганизующие карты [Электронный ресурс] / Т. Кохонен; пер. 3-го англ. изд. В.Н. Агеева. - 85 Мб. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5652.pdf>

5. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебник для вузов / С.Н. Воробьев. - 144 Мб. - Москва : ИЦ "Академия", 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/cd5786.pdf>

6. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. - 21 Мб. - Санкт-Петербург: Лань, 2011. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/17/cd6733.pdf>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

7. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Распознавание образов» [Электронный ресурс]: для студентов уровня профессионального образования «магистр» направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» магистерской программы «Методы и средства разработки программного обеспечения» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. программной инженерии; сост. О.И.Федяев – Электрон. дан. (1 файл: 1,1 Мб). – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

8. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Распознавание образов» [Электронный ресурс]: для студентов уровня профессионального образования «магистр» направления подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» магистерской программы «Методы и средства разработки программного обеспечения» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. программной инженерии; сост. О.И.Федяев, О.А.Серёженко, О.Г.Артёменко – Электрон. дан. (1 файл: 0,6 Мб). – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader.

**Электронно-информационные ресурсы**  
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия:**

Учебная аудитория № 8.704 (учебный корпус 8) для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, (мультимедийное оборудование: компьютер, операционная система Windows 7 Professional x86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2, Google Slides (бесплатная версия)), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты.

### **7.2 Лабораторные занятия:**

Учебная аудитория № 4.02 (учебный корпус 4) для проведения лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, (мультимедийное оборудование, операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2, Google Slides (бесплатная версия)), X3d-player (условно-бесплатная), FreeWRL (бесплатная лицензия), OpenVRML (бесплатная лицензия), 3dExperience for Education (учебная лицензия), Visual Studio Community (freeware), Netbeans (freeware), fxSolver (бесплатная лицензия), GeoGebra (бесплатная лицензия), SolidWorks for students (студ. лицензия), SIMULIA Research & Teaching Suites (студ. лицензия), Rockwell Arena (студ. лицензия), Fusion 360 (студенческая лицензия), GNU Octave (свободная система), Sage (GNU General Public License), Scilab (полусвободная), R (programming language) (GNU GPL), Sage (GNU GPL), Maxima (GNU GPL), Visual Prolog (студ. лицензия), Малая экспертная система 2.0 (freeware), Simintech (проприетарная), 3D Max (студ. лицензия), Eclipse (freeware), BlueJ (freeware), Elmer (freeware), CP2K (freeware), мультимедийная сеть; специализированная мебель: доска аудиторная, парты.

### **7.3 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, Open Office 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL.