

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

« 31 » 03 20 23 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01 Интеллектуальные системы управления**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки	27.04.04 Управление в технических системах (код и наименование направления подготовки / специальности)
Направленность (профиль)	«Управление и информатика в технических системах» (наименование профиля / магистерской программы / специализации)
Программа:	магистратура (бакалавриат, магистратура, специалитет)
Форма обучения:	очная, очно-заочная (очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Очно-заочная
Семестр(ы)	3	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,5/162	4,5/162
Контактная работа (час.), в том числе:	72	30
лекции (час.)	34	12
лабораторные работы (час.)	34	12
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	36	96
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	0	0
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 54	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Интеллектуальные системы управления» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» (направленность (профиль) - «Управление и информатика в технических системах») для 2023 года приёма по очной и очно-заочной формам обучения.

Составитель:

доцент кафедры «Автоматика  
и телекоммуникации», к.т.н., доцент  Волуева О.С.  
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

Протокол от «29» 03 2023 года № 4

Заведующий кафедрой  Турупалов В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах».

Протокол от «29» 03 2023 года № 4

Председатель  Суков С.Ф.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Автоматика и телекоммуникации».

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы применения современных информационных технологий для построения интеллектуальных систем управления. Излагаются основы построения интеллектуальных систем управления. Обсуждается использование в качестве теоретического базиса для проектирования и использования таких систем технологий нечеткой логики, нейросетевых структур и генетических алгоритмов. Рассматриваются методики синтеза нечетких алгоритмов управления, методика обучения и использования искусственных нейронных сетей, а также вопросы оптимизации с использованием теории генетических алгоритмов параметров регуляторов, построенных на основе нечеткой логики или с использованием нейросетей.

Целью дисциплины является приобретение знаний и практических навыков применения методов анализа и проектирования интеллектуальных систем управления, включая теоретические основы построения интеллектуальных систем с использованием нечеткой логики, нейронных сетей и генетических алгоритмов.

В результате освоения дисциплины студент должен

*знать:* теоретические основы нечеткой логики и операции над нечеткими множествами; методику построения регуляторов интеллектуальных систем управления на основе нечеткой логики; архитектуру нейронных сетей; общие принципы построения нейросетевых систем управления динамическими объектами; стандартный генетический алгоритм и его применение в задачах оптимизации; методику построения систем управления с использованием генетических алгоритмов; современные программные комплексы для работы по созданию интеллектуальных систем управления.

*уметь:* оценивать целесообразность применения методов теории интеллектуальных систем управления в конкретных приложениях; проектировать регуляторы интеллектуальных систем управления на основе нечеткой логики и оценивать качество систем управления; проектировать, обучать и использовать в конкретных приложениях нейросети для управления объектами и для идентификации состояния объектов управления; использовать генетические алгоритмы для построения систем управления.

*владеть:* навыками выбора метода решения задач управления в технических системах на основе интеллектуальных технологий; проведения экспериментов с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации; навыками работы с инструментальными средствами разработки систем управления с элементами искусственного интеллекта.



Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (**УК-1**);
- способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности (**ПК-1**);
- способен выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах (**ПК-3**);
- способен использовать современные технологии обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления (**ПК-5**).

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

Дисциплина относится части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Автоматизированное проектирование средств и систем управления», «Математическое моделирование средств и систем управления», «Современные проблемы теории управления».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении производственной практики и государственной итоговой аттестации.

## **3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/очно-заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Принципы построения и архитектура интеллектуальных систем управления. Современные технологии обработки знаний.	4/4	2/1	0/0	0	2/3
Тема 2. Интеллектуальные системы управления на основе нечеткой логики	34/36	10/3	12/4	0	12/29
Тема 3. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей	38/44	12/4	14/4	0	12/36

Тема 4. Понятие о гибридных (нейро-нечетких) сетях	14/20	4/2	4/2	0	6/16
Тема 5. Использование генетических алгоритмов в интеллектуальных системах управления	14/16	6/2	4/2	0	4/12
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Курсовая работа (проект)	0/0				-
Итого по видам занятий	104/120	34/12	34/12	0	36/96
Контроль	54/36				
<b>Итого:</b>	<b>162</b>				

### **Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины**

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

### **3.2 Лекции**

Тема 1. Введение в дисциплину.

Содержание темы 1:

Содержание курса. Основные понятия и определения в области искусственного интеллекта и интеллектуальных систем управления. Современные технологии обработки знаний.

Литература к теме 1: [1, 5]

Тема 2. Интеллектуальные системы управления на основе нечеткой логики.

Содержание темы 2:

Нечеткие множества и лингвистические переменные, операции над нечеткими множествами. Общие принципы построения нечетких алгоритмов управления динамическими объектами. Проектирование fuzzy-регуляторов с использованием пакета прикладных программ. Проектирование fuzzy-регулятора. Устойчивость систем с нечеткими регуляторами на основе эталонной модели регулятора.

Литература к теме 2: [2, 5, 6]

Тема 3. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей.

Содержание темы 3:

Искусственные нейронные сети, структура, алгоритмы обучения. Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей.

Многослойные нейронные сети. Нейросети в системах автоматического управления. Идентификация при помощи нейросети. Искусственная нейронная сеть в качестве модели объекта управления.

Литература к теме 3: [\[3, 5, 6\]](#)

Тема 4. Нечеткие (гибридные) нейронные сети.

Содержание темы 4:

Понятие о нечетких нейронных (гибридных) сетях. Инструмент разработки гибридных нейро-нечетких систем.

Литература к теме 4: [\[3, 4, 5\]](#)

Тема 5. Использование генетических алгоритмов в интеллектуальных системах управления.

Содержание темы 5:

Понятие о генетическом алгоритме, история проблемы. Модификации и обобщения в генетических алгоритмах. Практическое применение генетических алгоритмов при построении систем управления. Реализация генетического алгоритма в пакете прикладных программ.

Литература к теме 5: [\[4\]](#)

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

В учебном плане не запланировано.

### **3.4 Лабораторные работы**

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/очн- заочн.	Лите- ратура
1	Аппроксимация функций с применением нечеткого вывода	2/0	<a href="#">[7, 8, 9]</a>
2	Проектирование fuzzy-регулятора в инструментальном пакете прикладных программ	6/4	<a href="#">[7, 8, 9]</a>
3	Проектирование fuzzy-регуляторов на основе эталонной модели	4/0	<a href="#">[7, 8, 9]</a>
4	Изучение свойств линейного нейрона	4/0	<a href="#">[7, 8, 9]</a>
5	Искусственная нейронная сеть в качестве прямой и инверсной модели нелинейного объекта	6/4	<a href="#">[7, 8, 9]</a>
6	Точная линеаризация нелинейного объекта с использованием нейросетей	4/0	<a href="#">[7, 8, 9]</a>
7	Проектирование fuzzy-регулятора на основе гибридной адаптивной системы нейро-нечеткого вывода (ANFIS)	4/2	<a href="#">[7, 8, 9]</a>
8	Аппроксимация функций с помощью генетического алгоритма	4/2	<a href="#">[7, 8, 9]</a>

<b>ИТОГО:</b>	34/12	
---------------	-------	--

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/очн- заочн.
1	Изучение лекционного материала	20/44
2	Подготовка к практическим занятиям	-
3	Подготовка к лабораторным работам	16/43
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-/9
<b>ИТОГО:</b>		36/96

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

По дисциплине учебным планом курсовой проект не предусмотрен.

Для очно-заочной формы обучения в рамках освоения дисциплины для допуска к экзамену предусмотрено выполнение студентами контрольной работы (в виде индивидуального задания).

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 9 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – 10-12 страниц формата А4 (210×297 мм).

Задание на контрольную работу студента очно-заочной формы обучения выдается индивидуально преподавателем.

Тематика работы связана с выполнением соответствующего задания. Примерная тематика индивидуальных заданий:

Тема №2. Аппроксимация нелинейных функций нескольких переменных с применением нечеткого вывода.

Тема №3. Изучение свойств линейного нейрона. Реализация задачи классификации при помощи персептрона. Создание нейронов, реализующих логические функции.

Тема №4. Проектирование fuzzy-регулятора на основе эталонной модели при помощи гибридной адаптивной системы нейро-нечеткого вывода (ANFIS).

## 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 / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- 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. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- 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, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать



нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;

- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;

- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;

- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;

- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

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

1. В каких случаях целесообразно отдавать предпочтение интеллектуальным САУ?

2. Какие уровни содержит интеллектуальная система управления?

3. Что понимается под нечеткой логикой?
4. Дайте определение нечеткого множества.
5. Что понимается под лингвистической переменной?
6. Назовите основные операции над нечеткими множествами.
7. Понятие «лингвистическое правило». Каким образом производится запись лингвистических правил?
8. Понятие и основные методы дефаззификации.
9. Перечислите основные модели нечеткого вывода.
10. Виды функций принадлежности (ФП). Какие ФП наиболее часто используются на практике?
11. Опишите процедуру синтеза нечеткого регулятора.
12. В чем заключается различие между нечеткими регуляторами Мамдани и Сугено?
13. Понятие искусственной нейронной сети.
14. Что собой представляет искусственный нейрон?
15. Модель искусственного нейрона.
16. Понятие функции активации искусственного нейрона. Перечислите наиболее распространенные, дайте каждой из них краткую характеристику.
17. Перечислите виды нейронных сетей.
18. Однослойные НС.
19. Многослойные НС.
20. Охарактеризуйте сети прямого распространения.
21. Охарактеризуйте сети с обратными связями.
22. Что такое обучение нейронной сети? Какие выборки данных необходимы для обучения?
23. Приведите алгоритм обучения НС.
24. Основные методы обучения нейронных сетей. В чем их особенности?
25. Понятие «переобучение сети».
26. Охарактеризуйте многослойный персептрон.
27. Краткая характеристика сети Кохонена. Какие задачи решаются с помощью данного вида НС?
28. Особенности нейронных сетей Хопфилда. Какие задачи решаются с помощью данного вида НС?
29. Преимущества нейрорегулирования.
30. Дайте общую характеристику процедуры проектирования нейросетевой САУ.
31. Представление модели системы при использовании нейро-нечетких сетей.
32. Что представляет собой нечеткая нейронная сеть?

33. На основе чего функционирует нечеткая нейронная сеть (какая часть является «четкой», а какая «нечеткой»)?
34. На каком интервале определены входы, выходы и веса нечеткой нейронной сети?
35. Приведите примеры элементарных нечетких нейронных сетей.
36. Из каких слоев состоит (как правило) нечеткая нейронная сеть? Какие слои являются адаптивными, а какие фиксированными?
37. Назначение нейронов каждого слоя нечеткой нейронной сети.
38. Назовите главное отличие гибридных сетей ANFIS от классических нечетких систем (например, типа Мамдани).
39. Перечислите достоинства и недостатки гибридных сетей.
40. Назовите этапы создания гибридной сети.
41. Основные операторы, используемые в генетических алгоритмах и их назначение.
42. Какую роль в ГА играет оператор репродукции (ОР)? Опишите реализацию ОР в виде колеса рулетки.
43. Опишите классический (1-точечный) оператор кроссинговера (ОК) и приведите пример его работы.
44. Опишите многоточечный оператор кроссинговера (ОК) и приведите пример его работы.
45. Чем отличается многоточечный кроссинговер от классического? Приведите пример.
46. Оператор мутации (ОМ) и его назначение.
47. Опишите ОМ и приведите пример его работы.
48. Перечислите основные параметры ГА.
49. Что определяет и в каком диапазоне рекомендуется выбирать значение вероятности ОК  $P_{кр}$ ?
50. Что определяет и в каком диапазоне рекомендуется выбирать значение вероятности ОМ  $P_{мут}$ ?
51. Недостатки оператора репродукции «метод рулетки». Перечислите другие методы отбора.
52. Опишите двоичную рекомбинацию.
53. Опишите однородный кроссинговер.
54. Оператор дискретной рекомбинации?
55. Модификации оператора мутации.
56. Мутация над вещественными числами.
57. Методы сокращения популяции.
58. Этапы (шаги) классического ГА.
59. Какие классы задач решают при помощи ГА? Назовите области практического применения ГА при синтезе систем управления.
60. В чем отличие между целевой функцией и функцией пригодности?

**Пример экзаменационного билета**

# ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования: магистратура

Направление подготовки (специальность): 27.04.04 Управление в технических системах

Профиль: Управление и информатика в технических системах

Семестр: 3/4

Учебная дисциплина: Интеллектуальные системы управления

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Нечеткие множества и лингвистические переменные.

2. Оператор мутации и его модификации.

3. Для объекта управления с передаточной функцией  $W(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{0,25(0,2s+1)}{s^3+2,7s^2+3,34s+0,125}$  необходимо создать модель в виде нейросети. Проведите моделирование объекта для получения необходимых исходных данных для тренировки нейросети, а также данных для проверки работоспособности нейросети на контрольном наборе данных. Обоснуйте структуру нейросети, сколько и каких входов будет иметь нейросеть?

4. Для функции  $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 4x_2^2 - 0,25x_1x_2$  определить минимальное значение при наличии следующих ограничений:

$x_1 \geq 0$ ,  $x_2 \geq -2$ ,  $4x_1 + x_2 \leq 13$ ,  $x_1^2 + 4x_1x_2 = 8$ . Задачу следует решать с использованием соответствующих функций пакета прикладных программ.

Утверждено на заседании кафедры

Автоматики и телекоммуникаций

Протокол

Зав. кафедрой

проф. Турупалов В.В.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Экзаменатор

доц. Волуева О.С.

(подпись)

(Ф.И.О.)

### 4.3 Критерии оценивания

**Текущий контроль** знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ; студента очно-заочной формы обучения – по результатам выполнения индивидуального задания (контрольной работы).

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

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

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	5	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	4	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>40</b>	Из расчёта 8 лабораторных работ, оценивается каждая работа.
<b>ИТОГО:</b>	<b>40</b>	Максимально возможное
Для студентов очно-заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	<b>40</b>	Задание выполнено правильно, все решения обоснованы, приведен анализ полученных результатов
	<b>30</b>	Задание выполнено в целом правильно, решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
<b>ИТОГО:</b>	<b>40</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 два теоретических вопроса и два практических задания. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество 20 баллов за ответ на вопросы теоретической части экзаменационного билета (задания 1 и 2) засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен последовательно с выделением главного, содержит точные формулировки.

В случае, если ответы на теоретические вопросы не в полной мере отвечают приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов от 10 до 15. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Максимальное количество 40 баллов за вопросы практической части задачи 1 и 2 практической части экзаменационного билета экзаменационного билета (задания 3 и 4) студент получает в том случае, если задачи полностью решены с обоснованием решения. Если задачи решены не полностью, с недостаточным обоснованием принятых решений, анализ полученных результатов выполнен не в полной мере или отсутствует, студенту засчитывается количество баллов, от 20 до 30. При отсутствии правильного решения задачи студент получает 0 баллов.



Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество бал- лов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Теоретическая часть:	
	задание 1	10
	задание 2	10
	Итого по теоретической части:	20
	Практическая часть:	
	задание 3	25
	задание 4	15
	Итого по практической части:	40
<b>ИТОГО:</b>		<b>60</b>

**Итоговая оценка** определяется путем 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	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

На примере темы «Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей»:

1. Принцип работы искусственного нейрона.
2. Основные принципы обучения нейросети. Какие требования предъявляются к обучающей выборке?
3. Сколько столбцов должна содержать обучающая выборка для получения прямой модели объекта 3 порядка?
4. Получение обратной модели объекта в виде нейросети.
5. Какие виды нейросетей подходят для аппроксимации функций?

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

## 4.5 Курсовое проектирование

В учебном плане не запланировано.

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I. Основная литература*

1. Интеллектуальные системы : учебное пособие / А. М. Семенов, Н. А. Соловьев, Е. Н. Чернопрудова, А. С. Цыганков. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 236 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/30055.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Яхьяева, Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 315 с. — ISBN 978-5-4497-0665-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/97552.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Клачек П.М. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Часть 1. Теория и технология разработки : монография / П. М. Клачек, С. И. Корягин, А. В. Колесников, Е. С. Минкова. - Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2011. - 375 с. — ISBN 978-5-9971-0140-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/23834.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Скобцов Ю.А. Эволюционные вычисления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Скобцов, Д.В. Сперанский ; Нац. Открытый Ун-т "ИНТУИТ". - 5 Мб. - М. : Нац. Откр. Ун-т "ИНТУИТ", 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - Режим доступа: <http://ed.donntu.org/books/cd3220.pdf> .

### *II. Дополнительная литература*

5. Трофимов, В. Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами : учебное пособие / В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 256 с. — ISBN 978-5-9729-0488-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL:

<http://www.iprbookshop.ru/98392.htm> — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6. Сырецкий, Г. А. Моделирование систем. Часть 2. Интеллектуальные системы : учебное пособие / Г. А. Сырецкий. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-1341-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45401.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

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

7. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Интеллектуальные системы управления» : для обучающихся уровня профессионального образования "магистр" по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» очной и заочной форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматизации и телекоммуникаций ; сост.: А. В. Хорхордин, О. С. Волуева. — Донецк : ДОННТУ, 2020. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титула экрана (Доступ из личного кабинета студента).

8. Методические рекомендации к выполнению контрольной работы по дисциплине вариативной части учебного плана "Интеллектуальные системы управления" : для обучающихся уровня профессионального образования "магистр" по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» очно-заочной и заочной форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. автоматизации и телекоммуникаций ; сост. О. С. Волуева. — Донецк : ДОННТУ, 2020. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титула экрана (Доступ из личного кабинета студента).

9. Методические указания к выполнению самостоятельной работы студентов по дисциплине вариативной части учебного плана «Интеллектуальные системы управления» : для обучающихся уровня профессионального образования «магистр» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» очной и очно-заочной форм обучения / ГОУ ВПО «ДОННТУ», Каф. автоматизации и телекоммуникаций ; сост. О. С. Волуева. — Донецк : ДОННТУ, 2020. — Систем. требования: Acrobat Reader. — Загл. с титула экрана (Доступ из личного кабинета студента).

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

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

### **7.1 Лекционные занятия**

1. Учебная аудитория № 8.607, учебный корпус 8, для проведения лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональный компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (P IV-1.7 GHz); экран проекционный ELIT SCREENS M113XWS1; коммутационный шкаф; Swich TP-Link; patchpanel; wi-fi точка доступа).

Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

2. Лекционная аудитория № 8.806, учебный корпус 8, для проведения лекционных, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональный компьютер с выходом в сеть и возможностью подключения к сети «Интернет» (Солярис); проекционный моторизированный экран Sopar «Electricprof»; колонки Gemix 2,0 дер/пластик. Специализированная мебель: столы, доска стеклянная из трех полотен.

Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0)).

### **7.2 Лабораторные работы**

Учебная аудитория № 8.608, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: персональные компьютеры с выходом в сеть (iC DualCore 1.6 Ghz; iPE2140-1.6Ghz; iC DualCore 1.6 Ghz); экран проекционный Sopar 180\*180. Лабораторное оборудование: генератор ГЗ-102; генератор Г6-28; частотомер электронносчетный ЧЗ-33; источник питания пост. тока Б5-46; осциллограф универсальный С1-79; стойка приборная ДК 7067; микроскоп МБС-9; мультиметр В 1025; анализатор спектра НР 8753С; анализатор спектра НР 8569В; многофункциональный синтезатор НР 8904А; частотомер НР 5372А; генератор сигналов НР8656В4; стабилизатор ТЭС-15; генератор Г6-28; частотомер универсальный цифровой ЧЗ34; измеритель индукционный емкостной высокочастотный Е12-1; прибор для исследования АЧХ Х1-50; стабилизированный выпрямитель ТВ-1; микролаб КР580ИК80. Специализированная мебель: столы; магнитно-маркерная доска. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия

DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия)).

### **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, 8 (аудитория №8.001) (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. Системное обеспечение: операционная система Microsoft Windows 7 (академическая лицензия, OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0), Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0), Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) (общественная лицензия GNU).