

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Андрей Драгомирович Хлутков
Должность: директор
Дата подписания: 26.03.2026 21:28:04
Уникальный программный ключ:
880f7c07c583b07b775f6604a630281b13ca9fd2

Приложение 4
к образовательной программе

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Нечеткая логика и нейронные сети

(индекс, наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

38.03.05 Бизнес-информатика

(код, наименование направления подготовки/специальности)

Бизнес-аналитика

(наименование образовательной программы)

Очная форма обучения

(форма обучения)

Год набора - 2025

Санкт-Петербург

Автор(ы)-составитель(и) РПД:

Зеленина Лариса Ивановна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры бизнес-информатики.

Заведующий кафедрой:

Наумов Владимир Николаевич, доктор военных наук, профессор, заведующий кафедрой бизнес-информатики

Рабочая программа дисциплины Б1.В.01 Нечеткая логика и нейронные сети одобрена на заседании кафедры бизнес-информатики СЗИУ РАНХиГС.

протокол № 10 от «27» августа 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание и структура дисциплины
4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии их оценивания
5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам
6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине
7. Методические материалы по освоению дисциплины
8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина Б1.В.01 Нечеткая логика и нейронные сети обеспечивает формирование у обучающихся следующих универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций*:

ОТФ/ ТФ и реквиз иты ПС (при наличии) **	Код компете нции **	Наименование Компетенции **	Код индикат ора достиже ния компете нций **	Наименование индикатора достижения компетенций **	Образовательный результат **
	ПКС -3.	Способен обосновывать решения на основе оценки и анализа целевых показателей, построения и применения алгоритмических моделей	ПКС-3.2	Применяет математические методы и математические модели при решении задач принятия решений	<p>ПКС-3.2. 3-1. Знает терминологию, относящуюся к нейронным сетям и нечеткой логике;</p> <p>ПКС-3.2. У-1. Умеет анализировать предметную область и устанавливать структурное представление и взаимосвязи с другими компонентами информационного пространства.</p>

* Дисциплина может формировать компетенцию полностью или частично.

** Должно соответствовать Приложению 1 к образовательной программе

2. Объем и место дисциплины в структуре образовательной программы

Общий объем дисциплины:

4,00 з.е., 144 ак.час

Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий: 56 ак. час на контактную работу с преподавателем, из них 24 ак.час на лекции и 30 ак.час на практические занятия, 2 ак.часа на консультацию. 88 ак. час на самостоятельную работу обучающихся.

Б1.В.01 Нечеткая логика и нейронные сети реализуется в 7-м семестре 4-го курса. Преподавание дисциплины Б1.В.01 Нечеткая логика и нейронные сети опирается на знание общеобразовательных дисциплин, в первую очередь, Б1.О.07.05 «Теория вероятностей и математическая статистика», Б1.О.07.02 Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Б1.В.15 «Введение в науку о данных. SQL и Python».

Б1.В.01 Нечеткая логика и нейронные сети предшествует таким дисциплинам, как: Б1.В.ДВ.08.02 Аналитика больших данных, а также при выполнении научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

Объем дисциплины, реализуемый с применением СДО: количество академических часов, выделенных на самостоятельную работу обучающихся: всего с применением СДО – 88 а.ч.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются студентами при подготовке и сдаче государственного экзамена.

Формой промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом является зачет с оценкой.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и (или) разделов	ВСЕГО	Объем дисциплины, ак.час										Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	
			Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий							Самостоятельная работа				
			Период теоретического обучения					Период промежуточной аттестации (сессия)						
			Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа		ИК	КСР	КЭ	Кат тЭК	К о н т р о л ь	СРкр		СРэк
Л	ВЛ	ЛР	ПЗ											
Тема 1	Основы теории нечетких множеств	44	8			8							28	Тестирование, Практическое контрольное задание
Тема 2	Нечеткий вывод и нечеткие модели	44	8			8							28	Тестирование, Практическое контрольное задание
Тема 3	Нейронные сети	54	8			14							32	Тестирование, Практическое

														контрольное задание
Промежуточная аттестация									2					Зачет с оценкой
Итог		144	24			30			2				88	

Используемые сокращения:

Л – лекции - занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации обучающимся педагогическими работниками организации и (или) лицами, привлекаемыми организацией к реализации образовательных программ на иных условиях,).

ВЛ – видео лекции.

ЛР – лабораторные работы.

ПЗ – практические занятия (за исключением лабораторных работ).

ИК – индивидуальные консультации.

КСР – контроль самостоятельной работы

КЭ – консультации перед экзаменом

Каттэк – контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий

Контроль - контактная работа на аттестацию в период экзаменационных сессий для заочной формы обучения

СРкр – самостоятельная работа на подготовку курсовой работы/ курсового проекта.

СРэк – самостоятельная работа на подготовку к экзамену.

СР – самостоятельная работа в семестре на подготовку к учебным занятиям.

Т – тестирование.

ПКЗ – практические контрольные задания.

ПИЗ – профессионально-исследовательские задания.

В процессе обучения применяются следующие интерактивные формы: лекция-диалог, работа в малых группах, спарринг-партнерство.

Темы 1-3 могут быть освоены с применением ЭО и ДОТ с контролем в системе электронного обучения Академии.

3.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Основы теории нечетких множеств. ПКС-3.2.

Введение. Нечеткие числа, Нечеткие множества, функции принадлежности, нечеткие отношения, импликация.

Тема 2. Нечеткий вывод и нечеткие модели. ПКС-3.2.

Фаззификация, дефаззификация, база правил. Системы нечеткого вывода. Модели вывода: модели Мамдани и Сугено

Тема 3. Нейронные сети. ПКС-3.2.

Основные понятия. Классификация, основные парадигмы. Сети прямого распространения. Сети с обратными связями. Системы реализации нейронных сетей. Сеть Хемминга. Сеть с обучением обратным распространением ошибки.

4. Типы оценочных материалов, показатели и критерии оценивания

4.1. Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.01 Нечеткая логика и нейронные сети входят в состав оценочных материалов по образовательной программе. Совокупность оценочных материалов по всем дисциплинам образовательной программы составляет фонд оценочных средств (далее – ФОС). ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с целью оценивания достижения обучающимися планируемых результатов обучения.

4.2. ФОС разработан как комплекс проверочных заданий различного типа и уровня сложности, включает критерии и шкалы оценивания, а также «ключи» правильных ответов. ФОС формируется как отдельный документ и хранится в электронном виде, доступ к ФОС предоставлен ограниченному кругу лиц.

4.3. Для самостоятельной работы обучающихся при подготовке к текущему контролю успеваемости и промежуточной аттестации в рабочих программах дисциплин размещены типовые проверочные задания, которые можно условно разделить на задания закрытого, комбинированного и открытого типов.

Задания закрытого типа — это тестовые задания, в которых каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных.

Задания комбинированного типа – это тестовые задания, в которых

каждый вопрос сопровождается готовыми вариантами ответов, из которых необходимо выбрать один или несколько правильных и обосновать свой выбор.

Задания открытого типа — это задания, в которых на каждый вопрос должен быть предложен развернутый обоснованный ответ.

В зависимости от типа задания рекомендованы определенная последовательность выполнения и система оценивания выполнения заданий.

4.4. Типы заданий, сценарии выполнения, критерии оценивания

ТИП ЗАДАНИЯ	ИНСТРУКЦИЯ	СЦЕНАРИИ ВЫПОЛНЕНИЯ	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильный ответ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В). 	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква
Задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидаются пары элементов. 2. Внимательно прочитать оба списка: список 1 – вопросы, утверждения, факты, понятия и т.д.; список 2 – утверждения, свойства объектов и т.д. 3. Сопоставить элементы списка 1 с элементами списка 2, сформировать пары элементов. 4. Записать попарно буквы и цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа (например, А1 или Б4). 	Ответ считается верным, если правильно указаны цифры или буквы
Задание закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов из нескольких вариантов предложенных	Прочитайте текст, выберите правильные ответы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается несколько правильных ответов из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа. 3. Выбрать несколько правильных ответов. 4. Записать только номера (или буквы) 	Ответ считается верным, если правильно установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого)

		выбранного варианта ответа (например, 1 4 или А Г).	
Задание закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается последовательность элементов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Построить верную последовательность из предложенных элементов. 4. Записать буквы/цифры (в зависимости от задания) вариантов ответа в нужной последовательности (например, БВА или 135). 	Ответ считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр
Задание комбинированного типа с выбором одного правильного ответа из предложенных и обоснованием выбора	Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов. 2. Внимательно прочитать предложенные варианты ответа. 3. Выбрать один верный ответ. 4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа. 5. Записать аргументы, обосновывающие выбор ответа (например, 4 текст обоснования). 	Ответ считается верным, если правильно указана цифра или буква и приведены корректные аргументы, используемые при выборе ответа
Задание открытого типа с развернутым ответом	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса. 2. Продумать логику и полноту ответа. 3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки. 4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ 	<p>Ответ считается верным:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие фактических ошибок. 2. Раскрытие объема используемых понятий (полнота ответа). 3. Обоснованность ответа (наличие аргументов). 4. Логическая последовательность излагаемого материала.

4.5. Общая шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением БРС

Итоговая балльная оценка	Традиционная система	Бинарная система	ECTS	
			Для традиционной системы	Для бинарной системы
95-100	Отлично	Зачтено	A	P/ Passed
85-94			B	P/ Passed
75-84	Хорошо		C	P/ Passed
65-74			D	P/ Passed
55-64			E	P/ Passed
0-54	Неудовлетворительно	Не зачтено	F	F/Failed

Соотношение баллов за текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию, а также повторную промежуточную аттестацию:

Максимальная сумма баллов за текущий контроль успеваемости	Максимальная сумма баллов за промежуточную аттестацию	Максимальная итоговая балльная оценка	Максимальная сумма баллов за повторную промежуточную аттестацию
60 баллов	40 баллов	100 баллов	100 баллов

5. Формы аттестации, типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся, критерии и шкалы оценивания по контрольным точкам

5.1. В ходе реализации дисциплины используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся (в том числе, задания к контрольным точкам):

Т – тестирование, ПКЗ – практические контрольные задания.

Тема 1. Основы теории нечетких множеств

Тестовые задания:

Задание закрытого типа с выбором одного правильного ответа из нескольких вариантов предложенных.

1. Внимательно прочитать текст задания и понять, что в качестве ответа ожидается только один из предложенных вариантов.

2. Внимательно прочитать предложенные вариант-ты ответа.
3. Выбрать один верный ответ.
4. Записать только номер (или букву) выбранного варианта ответа (например, 3 или В)..

1) Интервал значений для функции принадлежности

1. $[-1, 1]$
2. $[0, 1]$
3. $[-1, 0]$

2) Точка перехода и его значение для нечеткого множества

1. 0
2. 0.5
3. 1

3) Интервал входных значений для функции принадлежности

- 1 все действительные числа
- 2 отрицательные числа
- 3 положительные числа

4) Кто заложил основы теории нечетких множеств?

- 1 М. Блэк
- 2 Л. Заде
- 3 И. Мамдани

5) Функция принадлежности может принимать значения ?

- 1 $[0, \infty]$
- 2 $[-\infty, +\infty]$
- 3 $[0, 1]$

6) Кем были предложены основные идеи теории нечетких множеств

- 1 Лотфи Заде
- 2 Ричард Кенигсберг
- 3 Джарратано Эдварс

7) Опишите основные методы построения функций принадлежности

- 1 прямые
- 2 криволинейные
- 3 парные сравнения

- 8) Дайте определение понятию «конечное нечеткое множество»
- 1 если его носитель бесконечен
 - 2 если его носитель конечен
 - 3 если его носитель есть функция
 - 4 если его носитель есть отображение
- 9) Дайте определение понятию «бесконечное нечеткое множество»
- 1 если его носитель бесконечен
 - 2 если его носитель конечен
 - 3 если его носитель есть функция
 - 4 если его носитель есть отображение
- 10) Каким математическим объектом является «универсум»
- 1 классическое множество
 - 2 нечеткое множество
 - 3 интервал функций
- 11) Нечеткое множество является унимодальным, если
- 1 его функция принадлежности является унимодальной
 - 2 высота равна 1
 - 3 его функция принадлежности имеет конечное число

ПКЗ по теме 1:

I. Выполнить задания

1. Пусть $U = \{\text{понедельник, вторник, среда, четверг, пятница, суббота, воскресенье}\}$. Выступая в роли эксперта запишите в форме (1.2) следующие нечеткие множества: A — начало недели, B — середина недели, C — конец недели, D — не начало, но и не конец

недели.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Общая форма записи нечеткого подмножества для случаев, когда U конечно или счетно, имеет вид

$$A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i) / u_i \quad (u_i \in U). \quad (1.2)$$

- 2.

Игра состоит в двукратном подкидывании игрального кубика. На каждую сумму s выпавших очков (от $s = 2$ до $s = 12$) делается ставка, причем сумма всех ставок не превышает 100 усл. ед. Запишите свои ставки на каждое значение s .

Рассматривая сделанные вами ставки как функцию принадлежности нечеткого множества $B =$ ожидаемая сумма выпавших очков при двукратном подбрасывании игральной кости, выполните следующие задания:

- 1) нормируйте множество B ;
- 2) запишите B в форме (1.2);
- 3) запишите несущее множество;

3.

Пусть U — множество дисциплин, изучаемых в текущем семестре. Присвойте номер каждой дисциплине и, выступая в роли эксперта, запишите нечеткие множества:

A — мне нравится эта дисциплина;

B — я не понимаю эту дисциплину;

Представьте разложения каждого из нечетких множеств по множествам уровня.

4.

Даны нечеткие множества:

$$A = 0,4/5 + 0,7/6 + 1/7 + 0,8/8 + 0,6/9 \text{ и}$$

$$B = 0,8/1 + S + 0,8/3 + 0,5/4.$$

Требуется:

- 1) записать множества $CON(A)$, $DIL(A)$, $CON(B)$, $DIL(B)$;
- 2) сделать два чертежа: на одном изобразить множества A , $CON(A)$, $DIL(A)$, на втором — множества B , $CON(B)$, $DIL(B)$;

5.

Пусть $U = \{a, b, c, d, e\}$ — множество молодых людей. На U задано нечеткое множество A :

$A =$ молодой человек хорошо владеет компьютером,

$$A = 0,8/a + 0,6/c + 0,9/d + 1/e.$$

Требуется:

- 1) используя операции концентрирования и растяжения, записать множества:

$B = CON(A) = \text{молодой человек очень хорошо владеет компьютером};$
 $C = DIL(A) = \text{молодой человек не слишком хорошо владеет компьютером};$

2) записать множество C , используя оператор увеличения нечеткости:

$$K = \begin{pmatrix} 0,9 & 1 & 0,6 & 0 \\ 0,8 & 0,6 & 0,4 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 & 1 \\ 0,2 & 0,5 & 0,8 & 0 \end{pmatrix}.$$

II. Выполнить задания, используя Microsoft Excel

Дано множество $W = \{a_1, a_2, \dots, a_8\}$ и два его нечетких подмножества: $X = \{x, \mu_1(x)\}$ и $Y = \{y, \mu_2(y)\}$, $x, y \in W$:

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_1(x)$	0,1	0,6	0,9	1	0,5	0,8	0,4	0,5
$\mu_2(y)$	0,7	0,5	1	0,6	0,4	0,3	0	0,2

Требуется:

- 1) представить X и Y геометрически;
- 2) найти функции принадлежности и представить геометрически множества: \overline{X} , \overline{Y} , $\overline{X \cup Y}$, $X \cap Y$;
- 3) найти расстояние между множествами X и Y :
 - В линейной метрике
 - В евклидовой метрике
- 4) найти подмножества (обычные), ближайšie к X и Y . Вычислить индексы нечеткости X и Y .

Решение. Приведем решение задачи в электронной таблице Excel (рис. 6.1–6.3).

Таблица 6.1. Варианты заданий*Вариант 1.1*

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	0,2	0,8	0,5	1	0	0,9	0,3	0,4
$\mu_{12}(y)$	0,7	0	0	0,6	0,4	1	0	0,4

Вариант 1.2

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	1	0,6	0,3	0	0	0,5	0,5	0,9
$\mu_{12}(y)$	0,7	0,4	0	0,5	0,8	1	1	0,6

Вариант 1.3

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	0,5	0,3	0	0,8	0,9	1	0,4	0,2
$\mu_{12}(y)$	0,5	1	1	0,8	0,4	0	0	0,5

Вариант 1.4

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	0	0	0,7	0,6	0,1	0,5	0,8	1
$\mu_{12}(y)$	0,5	0,3	0	0,6	0,7	1	0,7	0,5

Вариант 1.5

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	0,4	0,7	0,2	0	0,3	0,7	1	0,7
$\mu_{12}(y)$	0,5	0,1	0	0,5	0,7	0,9	1	1

Вариант 1.6

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	1	1	0,6	0	0,7	0,4	0,1	0
$\mu_{12}(y)$	0,6	0,9	0,5	0,3	0	0,5	1	0,7

Вариант 1.7

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	0,5	0,8	1	0,4	0	0	0,2	0,6
$\mu_{12}(y)$	0,5	0,2	0,1	0	0	0,6	0,8	0,6

Вариант 1.8

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	1	0,5	0,6	0,9	0	0,5	0,4	0,2
$\mu_{12}(y)$	0	0,7	0,8	0,9	0,5	1	1	0

Вариант 1.9

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	0,6	0,4	0,8	0,5	0,9	0,3	0	0,2
$\mu_{12}(y)$	0,8	0,6	0,9	1	1	0,3	0	0

Вариант 1.10

	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8
$\mu_{11}(x)$	0,4	0,5	0,2	0	0,5	0,7	0,9	1
$\mu_{12}(y)$	0,4	0,2	0,6	0,9	1	0,7	0,3	0,1

Тема 2. Нечеткий вывод и нечеткие модели.

Тестовые задания:

Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Внимательно прочитайте текст задания и понять суть вопроса.
2. Продумать логику и полноту ответа.
3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.
4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ

Вариант 1

1. Объясните сущность понятия неопределенности, его природу и основные источники.
2. Раскройте сущность понятия лингвистической переменной.
3. Раскройте понятие фаззификация (Fuzzification).
4. С помощью каких правил формируются значения лингвистической переменной?
5. Что такое аккумуляция (Accumulation)?
6. Перечислите основные алгоритмы нечеткого вывода. Их особенности.

Вариант 2

1. Приведите классификацию лингвистических неопределенностей, поясните их сущность и дайте примеры.
2. Приведите пример терм-множества значений некоторой лингвистической переменной.
3. Что представляет собой терм-множество?
4. Что такое агрегирование (Aggregation)?
5. Раскройте понятие активизация (Activation).

6. Раскройте понятие дефаззификация (Defuzzification).

ПКЗ по теме 2:

Моделирование экономических процессов и явлений с помощью нечетких моделей.

Вывод на рынок новой марки товара.

Решение задачи о выводе на рынок новой марки товара состоит из двух этапов:

- 1) построение подходящей обычной (четкой) математической модели с ожидаемыми наиболее вероятными (четкими) параметрами;
- 2) преобразование четкой математической модели в нечеткую, путем размывания параметров, т. е. представление параметров нечеткими числами.

В качестве четкой математической модели рассмотрим оценку эффективности инвестиционного проекта. Проект состоит в создании производства некоторого вида продукции в районе, отдаленном от иногородних производителей этой продукции, и вывода новой марки товара (в дальнейшем – товара) на рынок [12] при условии, что товар поставляется на местный рынок иногородней фирмой.

Используются следующие обозначения:

- t – время, прошедшее с момента выхода на рынок товара местного производства;
- $L(t)$ – планируемый объем продаж товара местного производства за месяц;
- $K(t)$ – объем продаж завозимого товара иногороднего производства за месяц;
- $F(t)$ – суммарный объем продаж товара местного и иногороднего производства за месяц.

Тема 3. Нейронные сети.

Тестовые задания:

Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса.
2. Продумать логику и полноту ответа.
3. Записать ответ, используя четкие компактные формулировки.
4. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ

Вариант 1

1. Раскройте понятие биологического нейрона
2. Для чего нужна Вкладка Train Network (Обучить сеть)?
3. Что позволяет сделать вкладка Simulate?
4. Раскройте понятие многослойной нейронной сети

Практическое задание: Спроектировать нейронную сеть, реализующую оценку экономического показателя.

Вариант 2

1. Опишите интерфейс Neural Network Toolbox
2. Приведите классификацию нейронных сетей
3. Раскройте понятие нечеткого нейрона
4. Что представляет собой обучение гибридной нейронной сети?

Практическое задание: Спроектировать нейронную сеть, реализующую оценку себестоимости продукции.

ПКЗ по теме 3:

Распознавание рукописных цифр из набора данных MNIST с помощью Keras

В этой лабораторной работе вам необходимо:

1. Внимательно прочитать теоретические сведения.
2. Запустить все ячейки с кодом, обучив нейронную сеть.
3. Выполнить задания.

Загружаем набор данных с рукописными цифрами

```
In [ ]: # В Keras встроены средства работы с популярными наборами данных
(x_train_org, y_train_org), (x_test_org, y_test_org) = mnist.load_data()
```

Посмотрим на один из образцов данных, например, загрузим 25 элемент нашего датасета

```
In [ ]: n = 25
plt.imshow(x_train_org[n, :, :])
print("Правильный ответ: ", y_train_org[n], end='\n\n')
plt.show()
```

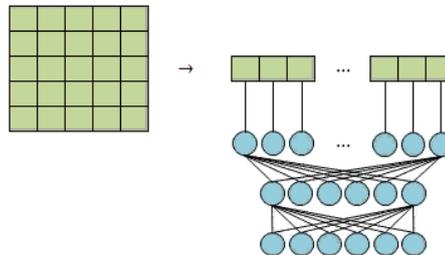
Проверка размерности загруженных данных

Посмотрим на размерность датасетов, которые мы скачали. Мы увидим, что в тренировочной выборке 60 тыс. изображений, а в тестовой - 10 тыс. Все они имеют размер 28 на 28 пикселей. Так как это очень маленькие картинки, то мы можем применять полносвязную нейронную сеть для такой задачи.

```
In [ ]: print("Тренировочные данные:", x_train_org.shape)
print("Тренировочные метки:", y_train_org.shape)
print("Тестовые данные:", x_test_org.shape)
print("Тестовые метки:", y_test_org.shape)
```

Преобразование размерности данных в наборе

Работая с датасетом MNIST, мы имеем дело с изображениями, которые имеют два измерения. Поскольку полносвязная нейронная сеть, которую мы сегодня обучим, может принимать только одномерный тензор (вектор), растянем наше двумерное изображение в одну цепочку длиной 784 пиксела (28*28)



5.2. Типовые оценочные материалы для текущего контроля успеваемости обучающихся (вне контрольных точек):
приведены в п.6.2.

5.3. Один или несколько тематических блоков дисциплины завершаются контрольной точкой (далее – КТ). Текущий контроль успеваемости по дисциплине предусматривает не менее 2 (двух) и не более 10 (десяти) КТ в течение периода освоения дисциплины.

Максимальное количество баллов за любой тип работ в рамках КТ составляет 100 (сто) баллов.

Распределение весовых коэффициентов по КТ в рамках текущего контроля успеваемости по дисциплине и формулы расчета:

Наименование контрольной точки	Максимальное количество баллов за работу в рамках КТ, которое может набрать студент	Коэффициент веса контрольной точки	Результат контрольной точки, участвующий в формировании итоговой балльной оценки по дисциплине (отражается в журнале БРС в СДО)
КТ - 1	100	0, 2	20
КТ - 2	100	0,2	20
КТ- 3	100	0,03	3
КТ - 4	100	0,03	3
КТ - 5	100	0,03	3
КТ - 6	100	0,11	11
Итого:	x	0,6	60

Формула расчета результата контрольной точки:

Результат контрольной точки = Количество баллов за работу в рамках КТ X Коэффициент веса контрольной точки.

5.4.Формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ и типовые оценочные материалы:

КТ-1

Тема 1.

Практическое контрольное задание (ПКЗ)

КТ-2

Тема 2.

Практическое контрольное задание (ПКЗ)

КТ-3**Тема 1.**Тестирование.**КТ-4****Тема 2.**Тестирование.**КТ-5****Тема 3.**Тестирование.**КТ-6****Тема 6.**Практическое контрольное задание (ПКЗ)

Для каждой формы текущего контроля успеваемости обучающихся в рамках КТ определены критерии оценивания результатов выполнения задания.

1. Критерии оценивания тестирования:

Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
<i>Количество правильных ответов</i>	<i>0</i>	<i>Количество правильных ответов менее 55%</i>
	<i>25</i>	<i>Количество правильных ответов от 55% до 64%</i>
	<i>50</i>	<i>Количество правильных ответов от 65% до 74%</i>
	<i>75</i>	<i>Количество правильных ответов от 75% до 84%</i>
	<i>100</i>	<i>Количество правильных ответов от 85% до 100%</i>
Итого максимально:	100	

2. Критерии оценивания ПКЗ:

Критерии оценки	Диапазон баллов	Описание критерия
<i>Содержание и</i>	<i>41-70</i>	<i>Детальное, последовательное</i>

<i>раскрытие выбранных понятий</i>		<i>описание всех понятий на примере выбранной системы</i>
	<i>21-40</i>	<i>Поверхностное описание без привязки к выбранной системе</i>
	<i>0-20</i>	<i>Понятия раскрыты минимально или не раскрыты вовсе</i>
<i>Количество выполненных заданий</i>	<i>30</i>	<i>Количество выполненных заданий от 85% до 100%</i>
	<i>15</i>	<i>Количество выполненных заданий от 55% до 84%</i>
	<i>0</i>	<i>Количество выполненных заданий менее 55%</i>
Итого максимально:	100	

5.5. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения задач открытого типа (ПКЗ, КР), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных. Для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях студенту можно использовать любой соответствующий онлайн-инструмент.

6. Формы промежуточной аттестации, критерии и шкала оценивания, типовые оценочные материалы по дисциплине

6.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет проводится в устной форме. Обучающийся получает экзаменационный билет с вариантами 2-х заданий различного типа. На выполнение заданий дается 20-30 минут. По завершении подготовки необходимо представить ответы, подробно изложив ход выполнения задания, сделать выводы (*при необходимости*).

При реализации промежуточной аттестации в ЭО/ДОТ могут быть использованы следующие формы: устно в ДОТ - в форме обоснованных ответов на задания различного типа; письменно в СДО - в форме письменного решения заданий различного типа; тестирование в СДО.

6.2. Типовые оценочные материалы промежуточной аттестации.

Вопросы для подготовки к зачету.

1. Нечеткая алгебра как расширение булевой алгебры
2. Возникновение нечетких множеств. Нечеткая логика. Мягкие вычисления.
3. Лингвистическая неопределенность. Нечеткая логика и теория вероятностей.
4. Определения нечетких множеств. Диаграмма Заде. Представления нечетких множеств. Диаграмма Венна.
5. Характеристики, операции, свойства нечетких множеств
6. Основные типы функций принадлежности. Нечеткие отношения
7. Определения нечеткой и лингвистической переменных.
8. Нечеткие величины, числа и интервалы.
9. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы
10. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Нечеткие предикаты.
11. Основные логические операции с нечеткими высказываниями. Логическое отрицание нечетких высказываний.
12. Логическая конъюнкция нечетких высказываний. Логическая дизъюнкция нечетких высказываний.
13. Нечеткая импликация. Нечеткая эквивалентность. Правила нечетких продукций.
14. Прямой и обратный методы вывода заключений в системах нечетких продукций
15. Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Формирование базы правил систем нечеткого вывода.
16. Фаззификация (Fuzzification). Агрегирование (Aggregation). Активизация (Activation). Аккумуляция (Accumulation). Дефаззификация (Defuzzification).
17. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Алгоритм Мамдани (Mamdani). Алгоритм Цукамото (Tsukamoto). Алгоритм Ларсена (Larsen). Алгоритм Сугено (Sugeno).
18. Примеры использования систем нечеткого вывода в задачах управления.
19. Основные элементы системы MATLAB. Основные приемы работы в системе MATLAB.
20. Редактор систем нечеткого вывода FIS. Редактор функций принадлежности. Редактор правил системы нечеткого вывода. Программа просмотра правил системы нечеткого вывода. Программа просмотра поверхности системы нечеткого вывода.

21. Общая характеристика задач кластерного анализа. Задача нечеткой кластеризации и алгоритм ее решения.

22. Общая формальная постановка задачи нечеткого кластерного анализа. Уточненная постановка задачи нечеткой кластеризации. Алгоритм решения задачи нечеткой кластеризации методом нечетких средних.

23. Средства решения задачи нечеткой кластеризации в пакете Fuzzy Logic ToolBox.

24. История исследования в области нейронных сетей. Биологический нейрон.

25. Структура и функционирование искусственного нейрона. Постановка задачи обучения нейронной сети.

26. Классификация нейронных сетей и их свойства.

27. Эффективность нейронных сетей. Многослойная нейронная сеть.

28. Решение задач классификации, распознавания образов, прогнозирования и управления с помощью указанных классов нейронных сетей.

29. Назначение пакета Neural Networks Toolbox. Обзор функций пакета Neural Networks Toolbox.

30. Создание и исследование нейронных сетей средствами пакета Neural Networks Toolbox.

31. Нечеткий нейрон. Архитектура нечеткой (гибридной) нейронной сети.

32. Обучение гибридной нейронной сети.

33. Решение задачи классификации с помощью гибридной нейронной сети.

Типовые задания для зачета

Даны нечеткие множества:

$$A = 0,4/5 + 0,7/6 + 1/7 + 0,8/8 + 0,6/9 \text{ и}$$

$$B = 0,8/1 + S + 0,8/3 + 0,5/4.$$

Требуется:

1) записать множества $CON(A)$, $DIL(A)$, $CON(B)$, $DIL(B)$;

2) сделать два чертежа: на одном изобразить множества A , $CON(A)$, $DIL(A)$, на втором – множества B , $CON(B)$, $DIL(B)$;

6.3. Критерии и шкала оценивания на основе БРС.

Критерии и балльная шкала определяются преподавателем

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ	РЕЗУЛЬТАТ БАЛЛАХ	В
---------------------	---------------------	---

<p>Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок</p>	<p>40</p>
<p>Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</p>	<p>30-39</p>
<p>Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.</p>	<p>20-29</p>
<p>Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и</p>	<p>0-19</p>

последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е. студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.	
--	--

6.4. Описание дополнительных материалов и оборудования, необходимых для выполнения проверочных заданий (*при необходимости*).

Для решения задач открытого типа (кейсов, ПКЗ), тестовых заданий студенту разрешается использование калькулятора; программ для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных. Для построения интеллект-карты и моделей в различных нотациях студенту можно использовать любой соответствующий онлайн-инструмент.

7. Методические материалы по освоению дисциплины (модуля)

Для изучения основных вопросов образовательной программы необходимо конспектировать материалы лекций, работать с рекомендованной преподавателем литературой, а также ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Для приобретения навыков активного использования знаний полезно обсуждать плановые и возникающие вопросы, а также решаемые задачи на практических занятиях. Чтобы легче и прочнее усвоить материал следует постоянно использовать конкретные примеры, сравнения из уже полученных областей наук.

Для закрепления изученного материала даны вопросы по каждой теме дисциплины, на которые следует самостоятельно найти ответы.

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Практические занятия проводятся главным образом по дисциплинам, требующим закрепления навыков решения задач, и помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести умения применять принципы системного подхода к решению разнообразных задач, определять и оценивать ресурсы и существующие ограничения разного рода проектов.

При подготовке к практическим занятиям необходимо проанализировать конспект лекции, ознакомиться с рекомендованной литературой по соответствующей теме, осуществить подготовку по рекомендованным в рабочей программе вопросам для обсуждения темы, выполнить домашнее задание (*при необходимости*).

Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе

самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретается практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю (в том числе по электронной почте). Планируя консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику. Кроме того, ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд методических материалов для быстрого повторения изученных вопросов, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

После изучения базовых тем курса проводится текущий контроль знаний студентов в виде опроса или письменного тестирования. Типовые тесты и задания по темам дисциплины приведены в специальном разделе данной рабочей программы.

Подготовка к текущему и промежуточному контролю предполагает изучение представленных вопросов к зачету, работу над тестами, представленными в данной рабочей программе, выполнение семестровой проектной работы по применению системного подхода и методов системного анализа к выбранной системе.

Работа в малых группах – это одна из самых популярных форм проведения занятий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Цель данной формы проведения занятий: продемонстрировать сходство или различия

определенных явлений, выработать стратегию или разработать план, выяснить отношение различных групп участников к одному и тому же вопросу. В ходе этой работы дополнительно решаются следующие задачи: развитие навыков общения и взаимодействия в группе, формирование ценностно-ориентационного единства группы, поощрение к гибкой смене социальных ролей в зависимости от ситуации.

Группа студентов делится на несколько малых групп. Количество групп определяется числом творческих заданий, которые будут обсуждаться в процессе занятия. Малые группы формируются либо по желанию студентов, либо по родственной тематике для обсуждения. Каждая малая группа обсуждает творческое задание в течение отведенного времени. Основным этапом – проведение обсуждения творческого задания. Заслушиваются суждения, предлагаемые каждой малой группой по творческому заданию. Преподаватель дает оценочное суждение и работе малых групп, по решению творческих заданий, и эффективности предложенных путей решения.

В качестве самостоятельной работы студентами выполняется семестровая работа по применению системного подхода и методов системного анализа к выбранной системе по всем темам. Рекомендуется выбрать организационно-техническую систему. Перед выполнением задания по теме 1 выбранную систему необходимо согласовать с преподавателем. При выполнении заданий по темам могут использоваться представленные студентом материалы по предыдущим темам. Выполненная семестровая работа представляется студентом на открытой защите на промежуточной аттестации.

8. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет

8.1. Основная литература

1. Асадуллаев Р.Г. Нечеткая логика и нейронные сети– Белгород– 309 с. Текст : электронный. - URL: <https://lib-bkm.ru/14256> (дата обращения: 27.04.2025)

8.2. Дополнительная литература

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского. – М.: Финансы и статистика, 2017. – 342с.
2. Борисов В.В., Круглов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – М.: Горячая линия-Телеком, 2018. – 382с.
3. Ясницкий Л.Н., Данилевич Т.В. Современные проблемы науки. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 294с.
4. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс: пер. с англ. / С.Хайкин. – М.: Вильямс, 2017.- 450с.
5. Bishop C.M. Neural Networks for Pattern Recognition. New York, USA: Oxford University Press Inc., 2017. – 251 p.
6. Acharya T., Ray A.K. Image Processing. Principles and Applications., Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2019. – 451 p.
7. Duda R.O., Hart P.E., Stork D.G. Pattern Classification. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2001. – 654 p.

8.3. Нормативные правовые документы и иная правовая информация

Не используются

8.4 Интернет-ресурсы

Обучающимся обеспечен доступ к материалам курса в СДО Академии <http://lms.ranepa.ru>, а так же через сайт научной библиотеки к следующим подписным электронным ресурсам:

Русскоязычные ресурсы

- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Айбукс»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Юрайт»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «Лань»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «ZNANIUM.COM»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «BOOK.RU»
- Электронные учебники электронно-библиотечной системы (ЭБС) «IPRSMART»

9. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1.	Специализированные залы для проведения лекций, оснащенные

	персональным компьютером/ноутбуком и мультимедийным проектором
2.	Аудитории и компьютерные классы, оборудованные посадочными местами и персональными компьютерами с выходом в Интернет для проведения практических занятий
3.	«МТС Линк» — российская платформа для онлайн-коммуникаций и совместной работы команд ; «Яндекс Телемост» — сервис для видеоконференций от Яндекса; Я-мессенджер
4.	Технические средства обучения: персональные компьютеры; программные средства, обеспечивающие просмотр видеофайлов в форматах MPEG-4, DivX, RMVB, WMV; программы для работы с электронными таблицами для обработки, анализа и визуализации данных; соответствующие онлайн-инструменты.
5.	Научная библиотека (в т.ч. электронные информационные ресурсы научной библиотеки)
6.	СДО Академии https://lms.ranepa.ru/